

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

Contrato nº 004/2015



ETAPA - DIAGNÓSTICO

PRODUTO Nº 6 - DIAGNÓSTICO



CONTRATO N.º 004/2015		ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS E ESTIAGENS NA BACIA DO RIO GRAVATAÍ			
DOCUMENTO N.º RT-EB-07-2017-RHS-001-03		PRODUTO 6 - DIAGNÓSTICO RELATÓRIO FINAL			
Revisão	Data	Descrição	Elaborado p/	Aprovado p/	Status
R00	15/02/2016	Emissão inicial	Consórcio Gravataí	METROPLAN	A revisar
R01	15/08/2016	Atendendo Parecer METROPLAN	Consórcio Gravataí	METROPLAN	Aprovado com restrições
R02	30/12/2016	Atendendo Parecer METROPLAN e MP	Consórcio Gravataí	METROPLAN	Aprovado com restrições
R03	19/07/2017	Atendendo Parecer Prof. Tucci	Consórcio Gravataí	METROPLAN	Para aprovação
Elaboração		Cliente	Responsáveis Técnico		
CONSÓRCIO METROPLAN /RIO GRAVATAÍ		METROPLAN	Engº ORGEL CARVALHO FILHO CREA RS 087284 Engº LUCIANO BEZERRA CREA RS 055454 Engº WELLINGTON COIMBRA LOU CREA RJ 22414-D		

EQUIPE TÉCNICA

Equipe Principal:

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

Equipe Complementar:

Eng. Thiago Araldi;
Eng. Luiz Borges Costa;
Eng. Ricardo Ângelo Dal Farra
Eng. Cláudio Ruschel;
Eng. Rogério Nichelle;
Eng. Peterson Martinski;
Eng. Lawson Francisco de Souza Beltrame
Eng. Alexandre Augusto Mees Alves
Eng. Carlos Wagner da Motta Meirelles;
Geóg. Júlia Ribes Fagundes;
Geóg. Carla Mello
Econ. Clóvis Souza;

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	17
1.1	Contexto do Produto 6 - Diagnóstico	19
1.2	Introdução do Produto 6 - Diagnóstico	20
2	CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRAVATAÍ	23
2.1	Área de Abrangência do Estudo	23
2.2	Considerações Quanto ao Traçado do Rio Gravataí	26
2.3	Unidades de Planejamento do PRH-GRV	36
2.3.1	Macrounidades	37
2.3.2	Microunidades (Sub-Bacias)	38
2.3.3	Análise das Sub-bacias da Área de Estudo	42
2.4	Considerações Quanto às Unidades de Planejamento	45
2.5	Dados Físicos e Ambientais das Unidades de Planejamento	46
2.5.1	Geologia e Geomorfologia das Sub-bacias	46
2.5.2	Hidrogeologia	49
2.5.3	Relevo e Pedologia	52
2.5.4	Fisiografia das Sub-bacias	54
2.5.5	Usos e Ocupação Atual do Solo na Bacia	57
2.5.6	Áreas de Interesse Ambiental	62
2.5.7	Áreas de Interesse Ambiental conforme Plano Diretor Municipal	68
2.5.8	Disponibilidade Hídrica e Demanda	72
3	PLANEJAMENTO URBANO E DE INFRAESTRUTURA	78
3.1	Ocupação Urbana na Bacia	83
3.2	Evolução Urbana na Bacia	89
3.2.1	Histórico da Evolução Urbana	89
3.2.2	Alvorada	92
3.2.3	Cachoeirinha	92
3.2.4	Canoas	93
3.2.5	Gravataí	93
3.2.6	Glorinha	93
3.2.7	Viamão	94
3.2.8	Porto Alegre	94
3.2.9	Santo Antônio da Patrulha	94
3.3	Planos Diretores Urbanísticos	95
3.3.1	Alvorada	95
3.3.2	Cachoeirinha	97
3.3.3	Canoas	99
3.3.4	Gravataí	102
3.3.5	Glorinha	103
3.3.6	Viamão	104

3.3.7	Porto Alegre	105
3.3.8	Santo Antônio da Patrulha	106
3.4	Interfaces e Compartilhamentos de Sub-Bacias	107
3.4.1	Limites Municipais e Planejamento Urbano	109
3.5	Desenvolvimento Urbano, Inundações Ribeirinhas e Drenagem Pluvial	116
3.6	Vulnerabilidade Áreas de Ocupação Regular e Irregular	127
4	DRENAGEM URBANA E INUNDAÇÕES	130
4.1	Definições e Legislação Aplicável.....	130
4.2	Avaliação de Planos e Estudos	132
4.3	Sistemas de Micro e Macrodrenagem na Bacia.....	134
4.3.1	Sistema de Drenagem do Município de Santo Antônio da Patrulha.....	137
4.3.2	Sistema de Drenagem do Município de Glorinha	138
4.3.3	Sistema de Drenagem do Município de Gravataí	140
4.3.4	Sistema de Drenagem de Viamão	146
4.3.5	Sistema de Drenagem de Alvorada	148
4.3.6	Sistema de Drenagem de Cachoeirinha	151
4.3.7	Sistema de Drenagem de Canoas	156
4.3.8	Sistema de Drenagem de Porto Alegre	158
4.3.9	Considerações quanto aos Sistemas de Drenagem Existentes.....	168
4.4	Sistema de Proteção Contra Cheias – SPCC	171
4.4.1	Sistema de Proteção de Cachoeirinha.....	172
4.4.2	Sistema de Proteção de Canoas	172
4.4.3	Sistema de Proteção de Porto Alegre	175
4.4.4	Sistema de Proteção de Gravataí	177
4.4.5	Sistema de Proteção de Alvorada.....	177
4.4.6	Considerações quanto aos Sistemas de Drenagem Existentes.....	177
4.5	Cheias e Prejuízos Associados	185
4.5.1	Características de Precipitação	185
4.5.2	Cotas e Vazões de Projeto	187
4.5.3	Efeito de Remanso no Rio Gravataí	189
4.5.4	Simulação de Cheias no Rio Gravataí	190
4.5.5	Inundações Recentes.....	194
4.5.6	Prejuízos Causados pelas Inundações.....	200
4.5.7	Considerações quanto às Inundações Frequentes	201
4.6	Erosão e Produção de Sedimentos na Bacia.....	201
4.7	Qualidade da Água no Sistema de Drenagem e o Monitoramento	211
4.8	Análise Integrada das Fontes de Impactos Ambientais Relacionadas a Drenagem Pluvial.....	221
4.9	Prestação dos Serviços de Manejo das Águas Pluviais na Bacia.....	222
4.9.1	Interfaces de Planejamento e Fiscalização	222
4.9.2	Investimentos para Universalização e Fontes de Recursos.....	224

4.9.3	Considerações Quanto a Eficiência dos Serviços de Drenagem Urbana	226
5	ESTIAGENS, DEMANDA E DISPONIBILIDADE HÍDRICA	229
5.1	Sistemas de Abastecimento de Água Existentes	229
5.1.1	Sistema Integrado Alvorada e Viamão - SIAV	232
5.1.2	Sistema Integrado Cachoeirinha e Gravataí - SIGRAC	234
5.1.3	Sistema Integrado Canoas, Esteio e Sapucaia do Sul - SICES	235
5.1.4	Sistema de Água de Santo Antonio da Patrulha.....	236
5.1.5	Sistema de Água de Glorinha	238
5.1.6	Sistema de Água de Porto Alegre	239
5.1.7	Considerações quanto aos SAA na Bacia do Rio Gravataí	243
5.2	Demandas para Abastecimento Público.....	244
5.3	Demandas para Irrigação	246
5.4	Demandas para Pecuária	246
5.5	Demanda para Indústria	247
5.6	Regime de Precipitação	247
5.7	Volume Armazenado na Bacia	249
5.8	Disponibilidade Hídrica na Bacia	251
5.9	Alternativas para Regularização de Vazão.....	255
5.10	Considerações quanto a Disponibilidade Hídrica versus Demanda.....	260
6	SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO – SES.....	264
6.1	Situação atual do esgotamento sanitário.....	264
6.2	Sistema de Esgoto Existente e Planejado por Município	264
6.2.1	SES de Santo Antônio da Patrulha	264
6.2.2	SES de Glorinha.....	268
6.2.3	SES de Gravataí	270
6.2.4	SES de Viamão	274
6.2.5	SES de Alvorada	278
6.2.6	SES de Cachoeirinha.....	280
6.2.7	SES de Canoas	283
6.2.8	SES de Porto Alegre	287
6.3	SES Atual e Metas de Enquadramento	295
6.4	Extravasamento dos SES e os Recursos Hídricos.....	296
6.5	Qualidade das Águas.....	298
6.5.1	Sistema de Monitoramento da Qualidade da Água e as Metas de Enquadramento....	301
6.6	Considerações quanto aos SES na Bacia.....	304
7	RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	308
7.1	Santo Antônio da Patrulha	308
7.2	Glorinha.....	314
7.3	Gravataí	318
7.4	Viamão	324

7.5	Alvorada	328
7.6	Cachoeirinha	334
7.7	Canoas	338
7.8	Porto Alegre	342
7.9	Considerações quanto ao RSU na Bacia	344
8	AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	347
8.1	Áreas de Proteção Ambiental e de Conservação Versus Desenvolvimento	347
8.2	Condições Ambientais do Sistema Banhado Grande e sua Conservação	355
8.3	Alterações Ambientais a Montante do Banhado Grande	360
8.4	Qualidade da Água e do Ambiente Aquático no Banhado Grande e a Jusante	366
8.5	Considerações Importantes	370
9	CENÁRIOS DE IMPACTOS E ASPECTOS INTEGRADOS	373
9.1	Falta de Planejamento Urbano Adequado	373
9.2	Gestão Inadequada do Sistema de Drenagem	374
9.3	Estiagens e Demanda	374
9.4	Lançamento de Esgotos e Resíduos nos Recursos Hídricos	375
9.5	Degradação Ambiental	376
9.6	Condicionantes Naturais e Antrópicos de Escoamento das Águas Pluviais	376
10	CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES	382
11	ANEXOS - FIGURAS	386
12	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	389

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Regiões hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul	24
Figura 2 - Delimitação da área da Bacia Hidrográfica com hidrografia principal	25
Figura 3 - Detalhe da hidrografia na região canalizada do Rio Gravataí	26
Figura 4 - Imagem antiga com abrangência original das áreas de banhado na Bacia	27
Figura 5 - Alteração do traçado e geometria na foz do Rio junto ao Lago Guaíba, anos 1940	28
Figura 6 - Localização e foto aérea de 1984 do trecho retificado do Rio Gravataí	29
Figura 7 - Evolução da erosão - no detalhe alteração no canal escavado desde 2003 a 2012	31
Figura 8 - Traçado do Rio Gravataí em azul antes das obras do DNOS - em azul claro	33
Figura 9 - Traçado atual do Rio Gravataí	34
Figura 10 - Segmentação da bacia do Rio Gravataí em macrounidades de planejamento	37
Figura 11 - Segmentação da bacia do Rio Gravataí em macrounidades de planejamento	39
Figura 12 - Proposta de divisão de Sub-bacias do Gravataí.	40
Figura 13 - Sobreposição da bacia otocodificada nível 6 da ANA com bacias do PRH Gravataí	41
Figura 14 - Mapa das sub-bacias hidrográficas gerado no Produto 5 - Base de Dados	42
Figura 15 - Diagrama Unifilar das sub-bacias do Rio Gravataí	44
Figura 16 - Unidades geológicas na Bacia do Rio Gravataí	47
Figura 17 - Mapa Hidrogeológico da Bacia	51
Figura 18 - Domínios morfoestruturais e geoambientais	52
Figura 19 - Mapa das classes pedológicas das sub-bacias do Rio Gravataí	53
Figura 20 - Hidrografia das sub-bacias	56
Figura 21 - Uso do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí	57
Figura 22 - Mapa de Unidades de Conservação na bacia do Rio Gravataí	63
Figura 23 - Mapa de corredor ecológico e alvos entre Banhado Grande e dos Pachecos	65
Figura 24 - Áreas prioritárias para Conservação da Biodiversidade na Bacia do Rio Gravataí	66
Figura 25 - Reserva da Biosfera da Mata Atlântica na Bacia	67
Figura 26 - Áreas de Interesse Ambiental, Social e Institucional	68
Figura 27 - Áreas de Interesse Ambiental, Social e Institucional- detalhe	69
Figura 28 - Mapa da estação fluviométrica Passo das Canoas da bacia do Rio Gravataí	73
Figura 29 - Estações pluviométricas - médias anuais e valores máximos	74
Figura 30 - Mapa das demandas e consumos totais por sub-bacias do Rio Gravataí	75
Figura 31 - Localização abordada no estudo para a Barragem da Lagoa Anastácia	76
Figura 32 - Localização abordada no estudo da Barragem do Arroio Demétrio	77
Figura 33 - Definição dos conceitos de enchente, inundação e alagamento	83
Figura 34 - Mapa dos municípios que compõe a Bacia do Rio Gravataí	84
Figura 35 - Mapa da classificação dos setores censitários conforme Censo Demográfico de 2010	87
Figura 36 - Visões de área urbana por fontes distintas: classificação do IBGE	88
Figura 37 - Mapa da evolução da mancha urbana	89
Figura 38 - Mapa da evolução da mancha urbana – detalhe	90
Figura 39 - Planejamento urbano dos municípios que compõem a bacia	95

Figura 40 - Zoneamento de usos do solo de Alvorada	97
Figura 41 - Zoneamento de usos do solo de Cachoeirinha	99
Figura 42 - Macrozoneamento de Canoas.....	100
Figura 43 - Zoneamento de usos do solo de Canoas	101
Figura 44 - Zoneamento de usos do solo de Gravataí	102
Figura 45 - Zoneamento de usos do solo de Glorinha.....	103
Figura 46 - Zoneamento de usos do solo de Viamão	104
Figura 47 - Zoneamento de usos do solo de Porto Alegre na Bacia do Gravataí	105
Figura 48 - Zoneamento de usos do solo de Santo Antônio da Patrulha	106
Figura 49 - Sub-bacias hidrográficas do Rio Gravataí e limites municipais	109
Figura 50 - Interface entre Canoas e Cachoeirinha	110
Figura 51 - Interface entre Canoas e Porto Alegre	110
Figura 52 - Interface entre Porto Alegre e Cachoeirinha	111
Figura 53 - Interface entre Porto Alegre e Alvorada	111
Figura 54 - Interface entre Porto Alegre e Viamão	112
Figura 55 - Interface entre Alvorada e Gravataí.....	112
Figura 56 - Interface entre Alvorada e Viamão	113
Figura 57 - Interface entre Viamão e Gravataí.....	113
Figura 58 - Interface entre Viamão e Glorinha.....	114
Figura 59 - Interface entre Viamão e Santo Antonio da Patrulha	114
Figura 60 - Interface entre Gravataí e Cachoeirinha.....	115
Figura 61 - Interface entre Gravataí e Taquara	115
Figura 62 - Interface entre Gravataí e Glorinha	116
Figura 63 - Usos do solo e áreas baixas na bacia do Rio Gravataí.....	118
Figura 64 - Detalhe da planície de inundação na área urbanizada em situação de cheia.....	119
Figura 65 - Ocupação irregular (Vila Olaria, no município de Cachoeirinha)	120
Figura 66 - Ocupação irregular, 2,5 m acima do nível do Rio (Cachoeirinha).....	121
Figura 67 - Resíduos sólidos em área inundada na planície de inundação do Rio Gravataí.....	121
Figura 68 - Áreas inundáveis na década de 1970 em sobreposição as áreas urbanas de 1975.....	122
Figura 69 - Área inundada comparada com área de expansão urbana na década da 1980	123
Figura 70 - Limite de inundação e áreas urbanas no ano de 2009	123
Figura 71 - Dique com elevação de 5,6 m em relação ao nível do Rio (Cachoeirinha)	124
Figura 72 - Ocupação residencial com elevação de 3m, (Bairro Parque dos Anjos / Gravataí)	125
Figura 73 - Ocupação residencial com elevação de 1m, (Bairro Parque dos Anjos / Gravataí)	126
Figura 74 - Planície de inundação, sob uma ponte na RS 118, com elevação média de 12m	126
Figura 75 - Áreas de ocupação informal - Detalhe em Canoas, Cachoeirinha e Gravataí	128
Figura 76 - Áreas de ocupação informal - Detalhe Alvorada Porto Alegre e Viamão.....	128
Figura 77 - Superposição de vias urbanas e sub-bacias do Médio e Baixo Gravataí	135
Figura 78 - Hidrografia no entorno da área urbana de Santo Antônio da Patrulha	137
Figura 79 - Pontos Críticos de alagamento em St. Antonio da Ptatrulha	138

Figura 80 - Município de Glorinha e hidrografia no município	139
Figura 81 - Área urbana de Glorinha	140
Figura 82 - Área urbana de Gravataí e hidrografia no município.....	142
Figura 83 - Bacias de Detenção Projetadas e Bacia de Retenção Existente – Alternativa 1.....	145
Figura 84 - Área urbana de Viamão e hidrografia no município	146
Figura 85 - Principais pontos de alagamento e erosão na área urbana de Viamão.....	147
Figura 86 - Localização relativa de Alvorada em função da várzea do Rio Gravataí.....	148
Figura 87 - Bacias e cursos d'água de Alvorada	149
Figura 88 - Áreas de risco de inundação em Alvorada.....	150
Figura 89 - Bacias urbanas de drenagem de Cachoeirinha e hidrografia	152
Figura 90 - Macrodrenagem do município de Cachoeirinha.....	153
Figura 91 - Pontos Críticos de Inundações.....	155
Figura 92 - Abrangência da rede de microdrenagem de Canoas.....	156
Figura 93 - Pontos Críticos de Alagamentos em Canoas.....	158
Figura 94 - Bacias de drenagem, sistema de proteção de cheias e hidrografia de Porto Alegre	159
Figura 95 - Delimitação da Sub-bacia do Arroio Santo Agostinho.....	160
Figura 96 - Escoamento na Bacia do Arroio Santo Agostinho.....	161
Figura 97 - Trecho de jusante da Bacia do Arroio Santo Agostinho.....	162
Figura 98 - Bacia do Arroio Areia no sistema de drenagem de Porto Alegre.....	163
Figura 99 - Pontos críticos de funcionamento da rede de drenagem na Bacia do Arroio Areia.....	164
Figura 100 - Locais propostos para implantação de retenção na bacia do Arroio Areia	165
Figura 101 - Croqui de concepção do reservatório de retenção do Estádio Alim Pedro	166
Figura 102 - Localização do Reservatório de Detenção da Praça Irani Bertelli	167
Figura 103 - Croqui do perfil geométrico do reservatório da Avenida Grecia.....	168
Figura 104 - Vista Geral da concepção do SPPC no trecho de jusante do Rio Gravataí.....	171
Figura 105 - SPCC de Cachoeirinha.....	172
Figura 106 - Sistemas de proteção contra cheias de Canoas	174
Figura 107 - Polders Niterói, Rio Branco e Matias Velho e suas Casas de Bombas	175
Figura 108 - Diques de Porto Alegre, Canoas e Cachoeirinha e Alvorada	177
Figura 109 - Isoietas médias anuais na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí	185
Figura 110 - Localização das Estações Fluviométricas no Rio Gravataí.....	187
Figura 111 - Linha de inundação para diferentes TR's.....	191
Figura 112 - Perfil de simulação de cheias na Bacia do Rio Gravataí para diferentes TR's.....	192
Figura 113 - Mancha de inundação para TR de 2 anos na Bacia do Rio Gravataí	192
Figura 114 - Mancha de inundação para TR de 10 anos na Bacia do Rio Gravataí	193
Figura 115 - Locais de inundação e ou alagamento segundo reportagens e FIDE's.....	198
Figura 116 - Locais de inundação e ou alagamentos segundo jornais e entrevistas locais.....	199
Figura 117 - Frequência das inundações por pontos de entrevistas	200
Figura 118 - Perda de solos real da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí	203
Figura 119 - Mapa de Suscetibilidade à Erosão na Bacia	205

Figura 120 - Evolução das áreas de voçorocas em 2003, 2010 e 2012-Banhado Grande.....	207
Figura 121 - Identificação de voçorocas no ano de 2015 no Banhado Grande	208
Figura 122 - Contenção de margens com engenharia naturalística.....	209
Figura 123 - Estrutura para dissipação de energia e contenção de sedimentos.....	209
Figura 124 - Recuperação de voçoroca com uso de técnicas de engenharia naturalística	209
Figura 125 - Intervenções propostas para contenção de taludes e prevenção de erosão.....	210
Figura 126 - Intervenções propostas para contenção de taludes e prevenção de erosão.....	210
Figura 127 - Cachoeirinha: Degradação das Águas Pluviais	211
Figura 128 - Canoas: Degradação das Águas Pluviais	211
Figura 129 - Santo Antônio da Patrulha: Degradação das Águas Pluviais	212
Figura 130 - Gravataí: Degradação das Águas Pluviais.....	212
Figura 131 - Alvorada: Degradação das Águas Pluviais	212
Figura 132 - Viamão: Degradação das Águas Pluviais	213
Figura 133 - Porto Alegre: Degradação das Águas Pluviais.....	213
Figura 134 - Glorinha: Córregos Próxima a Área Urbana.....	213
Figura 135 - Presença de esgoto cloacal, Lago Tarumã e Passo Dorneles	214
Figura 136 - Presença de esgoto cloacal, Canal do Arroio Santo Agostinho.....	214
Figura 137 - Qualidade da água por classe do Rio Gravataí - Resolução nº 357/2005/CONAMA.....	215
Figura 138 - Comparação da qualidade da água na foz do Rio Gravataí versus Lago Guaíba.....	219
Figura 139 - Comparação da qualidade da água na foz do Rio Gravataí versus Lago Guaíba.....	220
Figura 140 - Comparação da qualidade da água na foz do Rio Gravataí versus Lago Guaíba.....	221
Figura 141 - Figura das captações e ETAS dos SAA integrados.....	230
Figura 142 - Captações e poços da CORSAN.....	232
Figura 143 - ETA Alvorada, adutoras de água bruta e suas captações	233
Figura 144 - ETAs Cachoeirinha e Gravataí, adutoras de água bruta e suas captações	234
Figura 145 - ETAs Rio Branco e Esteio, adutoras de água bruta e suas captações.....	236
Figura 146 - Croqui do SAA de Santo Antonio da Patrulha.....	237
Figura 147 - Croqui do SAA de Glorinha	238
Figura 148 - Sistemas de abastecimento e Regiões do orçamento participativo.....	240
Figura 149 - Sistema de abastecimento São João	242
Figura 150 - Precipitação Média Mensal (mm)	247
Figura 151 - Reservatórios conforme estudo.....	250
Figura 152 - Histograma das áreas dos reservatórios da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí.....	250
Figura 153 - Comparação dos consumos urbano, industrial e rizicultura.....	253
Figura 154 - Comparação das demandas de SAA para as sub-bacias.....	253
Figura 155 - Comparação das demandas para SAA rural nas sub-bacias	253
Figura 156 - Comparação das demandas para abastecimento industrial nas sub-bacias	253
Figura 157 - Comparação das demandas para pecuária nas sub-bacias	254
Figura 158 - Comparação das demandas para irrigação nas sub-bacias	254
Figura 159 - Comparação das demandas para SAA urbano nos trechos da bacia	254

Figura 160 - Comparação das demandas para SAA rural nos trechos da bacia	254
Figura 161 - Comparação das demandas para abastecimento industrial nos trechos da bacia.....	254
Figura 162 - Comparação das demandas para pecuária nos trechos da bacia	254
Figura 163 - Localização do eixo da barragem Lagoa Anastácia/Olaria Velha.....	256
Figura 164 - Localização do eixo da barragem no Arroio Demétrio	256
Figura 165 - Sistema de esgoto sanitário planejado para Stº Antonio da Patrulha.....	265
Figura 166 - Sistema de esgoto sanitário e áreas de preservação, interesse social e ambiental.....	267
Figura 167 - Sistema de esgoto sanitário em implantação em Glorinha	268
Figura 168 - Áreas atendidas e projetadas do sistema de esgotamento sanitário.....	271
Figura 169 - Detalhe das ligações que contemplam atendimento de água e esgoto.....	272
Figura 170 - Distribuição das bacias hidrográficas no município de Viamão	275
Figura 171 - Rede de esgotamento sanitário de Viamão	276
Figura 172 - Ramais com ligação de esgoto em Viamão	277
Figura 173 - Ligações de esgoto em operação e bacias com rede em implantação	279
Figura 174 - Mapa integrado de esgotamento sanitário de Cachoeirinha.....	281
Figura 175 - Sistema de esgotamento existente em todo o município de Canoas	284
Figura 176 - Mapa integrado de esgotamento sanitário de Canoas – Detalhe	285
Figura 177 - Situação atual do esgotamento sanitário da cidade de canoas	286
Figura 178 - Sistema de esgotamento sanitário de Porto Alegre na Bacia do Gravataí	289
Figura 179 - Rede do SES Sarandi Atual	290
Figura 180 - SES Sarandi – Planejamento para universalização do SES.....	291
Figura 181 - Situação atual do SES Rubem Berta.....	293
Figura 182 - SES Rubem Berta – Planejamento para universalização do SES.....	294
Figura 183 - Variação típica de vazão, em período seco e úmido.....	297
Figura 184 - Localização dos pontos amostrais no município de Alvorada.....	300
Figura 185 - Faixas do índice de qualidade das águas	301
Figura 186 - Qualidade da água atual na Bacia e os pontos de monitoramento.....	302
Figura 187 - IQA nos pontos de monitoramento do Rio Gravataí.....	303
Figura 188 - Estimativa para a produção de RSU no município de Stº Antônio da Patrulha	309
Figura 189 - Mapa integrado de diagnóstico ambiental de RSU de Stº Antônio da Patrulha.....	311
Figura 190 - Estimativa de geração de RSU no município de Glorinha no período de 2010-2034.....	315
Figura 191 - Mapa das necessidades habitacionais segundo o PLHIS	317
Figura 192 - Estimativas para produção de RSU no município de Gravataí	318
Figura 193 - Mapa integrado de diagnóstico ambiental de RSU de Gravataí	320
Figura 194 - Disposição de resíduos sólidos a céu aberto, junto ao passeio público	322
Figura 195 - Depósito clandestino de resíduos sólidos da cidade.....	322
Figura 196 - Disposição de resíduos sólidos a céu aberto, próximo aos cursos d'água.....	322
Figura 197 - Resíduos sólidos lançados as margens do recurso hídrico	322
Figura 198 - Produção de RSU total (ton/ano) no município de Viamão.....	325
Figura 199 - Mapa integrado de diagnóstico ambiental de RSU de Viamão.....	325

Figura 200 - Mapa integrado de diagnóstico ambiental de RSU de Alvorada.....	329
Figura 201 - Focos de lixo localizados nas áreas de maior concentração populacional.....	332
Figura 202 - Produção de RSU total no município de Cachoeirinha	335
Figura 203 - Mapa de diagnóstico ambiental de RSU de Cachoeirinha.....	336
Figura 204 - Mapa de diagnóstico ambiental integrado de RSU de Canoas.....	339
Figura 205 - Unidades de conservação e ocupação urbana na Bacia do Gravataí	358
Figura 206 - Mapeamento temporal da rizicultura na APA do Banhado Grande	362
Figura 207 - Avanço da área de voçoroca durante os anos de 2003 – 2012.....	365
Figura 208 - Processos minerários no Sistema Banhado Grande.....	369
Figura 209 - Divisão política municipal, bacia hidrográfica e sub-bacias	378

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Dados da Contratante	17
Quadro 2 - Dados do Consórcio.....	18
Quadro 3 - Dados do Contrato	18
Quadro 4 - Produtos previstos no contrato e status de execução	19
Quadro 5 - Municípios e sua localização nas bacias hidrográficas	25
Quadro 6 - Traçado do Rio Gravataí e o estudo existente	32
Quadro 7 - Divisão oficial de Sub-bacias do PRH-GRV e microunidades de gestão.....	43
Quadro 8 - Caracterização geológica nas sub-bacias em estudo (Área em km ²)	46
Quadro 9 - Tipos de relevo a partir da análise geomorfológica por sub-bacias em estudo	49
Quadro 10 - Área dos domínios geoambientais nas sub-bacias em estudo	51
Quadro 11 - Classes de Solos nas sub-bacias em estudo	54
Quadro 12 - Alguns dados fisiográficos das sub-bacias do Rio Gravataí	55
Quadro 13 - Usos do solo nas sub-bacias unidades de planejamento do PRH-GRV.....	61
Quadro 14 - Cálculo de áreas de unidades de conservação nas sub-bacias do Gravataí.....	64
Quadro 15 - Cálculo de áreas definidas no ZEELM para as sub-bacias da Bacia do Gravataí	65
Quadro 16 - Demandas e consumos dos setores por sub-bacias hidrográficas	75
Quadro 17 - Documentos disponíveis para análise e elaboração do diagnóstico.....	79
Quadro 18 - Proporção da área territorial e da área urbana dos distritos e municípios na Bacia.....	85
Quadro 19 - Discriminação das classes urbanas e rurais adotada pelo IBGE, 2010.....	86
Quadro 20 - Área urbanizadas por sub-bacia	87
Quadro 21 - Mancha urbana na bacia em km ² - Evolução entre 1975 e 2010	91
Quadro 22 - Sub-bacias que apresentam significativa área urbanizada na bacia (2010).....	92
Quadro 23 - Interfaces físicas e de planejamento em recursos hídricos.....	108
Quadro 24 - Quantificação das áreas urbanas e áreas inundadas na planície de inundação do Rio.....	124
Quadro 25 - Extensão de vias urbanas por sub-bacia do Baixo e Médio Gravataí.....	136
Quadro 26 - Extensão das redes de macrodrenagem em Gravataí	141
Quadro 27 - Pontos Críticos de Alagamento em Gravataí	142
Quadro 28 - Concepção Preliminar de Bacias de Detenção	145
Quadro 29 - Extensão das redes de macrodrenagem em Viamão a partir de análise da hidrografia.....	148
Quadro 30 - Extensões dos trechos de macrodrenagem de Cachoeirinha.....	154
Quadro 31 - Considerações dos sistemas de drenagem dos municípios da Bacia	170
Quadro 32 - Situação institucional da gestão das águas pluviais.....	178
Quadro 33 - Estágio de atualização dos PMSB dos municípios localizados na Bacia.....	179
Quadro 34 - Identificação das necessidades de cada município.....	182
Quadro 35 - Equações IDF para as estações pluviométricas da região da Bacia	186
Quadro 36 - Estações Fluviométricas no Rio Gravataí.....	188
Quadro 37 - Níveis d'água calculados para diferentes TR para a Estação Albatroz.....	188
Quadro 38 - Vazões médias diárias para diferentes TR para os pontos estudados no Rio Gravataí.....	189
Quadro 39 - Vazões máximas versus tempos de retorno na estação Passo das Canoas	189

Quadro 40 - Estimativa das vazões na estação P. das Canoas versus nível do Lago Guaíba	190
Quadro 41 - Registros de desastres naturais relacionados a estiagem e cheias na Bacia	194
Quadro 42 - Relação das notícias referente as enchentes.....	195
Quadro 43 - Localização detalhada de ocorrências de inundações e enxurradas conforme FIDE's..	196
Quadro 44 - Prejuízos causados por desastres de inundações e tempestades	200
Quadro 45 - Proporções de perda de solos real na Bacia.....	202
Quadro 46 - Descargas líquidas e sólidas nas seções	204
Quadro 47 - Suscetibilidade dos solos a erosão hídrica na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí.....	204
Quadro 48 - Aspectos ambientais relacionados ao desenvolvimento urbano	222
Quadro 49 - Interfaces de planejamento existente	223
Quadro 50 - Valores previstos pelos PMSB para universalização dos serviços de águas pluviais	224
Quadro 51 - Outorgas de captação de água para abastecimento humano na Bacia.....	231
Quadro 52 - Produção dos poços profundos existentes	237
Quadro 53 - Sistemas de abastecimento da capital Porto Alegre e Locais de captação	241
Quadro 54 - Considerações quanto às Captações dos SAA dos municípios que compõem a Bacia.	244
Quadro 55 - Projeção populacional e demanda - Estudo de concepção - Consórcio SANEIO	245
Quadro 56 - Demanda e Consumos urbanos por sub-bacia	245
Quadro 57 - Demanda de água para irrigação por sub-bacia	246
Quadro 58 - Uso da água na Criação animal por sub-bacia.....	246
Quadro 59 - Uso da água Industrial com retorno por sub-bacia.....	249
Quadro 60 - Capacidade de armazenamento de reservatórios e banhados da Bacia.....	251
Quadro 61 - Demandas totais por modalidade. (PRH-GRV/2012)	252
Quadro 62 - Balanço hídrico por sub-bacias (m³/s)	252
Quadro 63 - Disponibilidade hídrica das alternativas estudadas.....	257
Quadro 64 - Vazões de referência por sub-bacia do Rio Gravataí.....	259
Quadro 65 - Vazões médias mensais para cada sub-bacia (1962 – 2004) – m³/s.....	259
Quadro 66 - Vazões mínimas das mínimas mensais para cada sub-bacia (1962 – 2004) - m³/s.....	260
Quadro 67 - População estimada (2015) e projetada (2035)	265
Quadro 68 - Quantitativos de rede em implantação em Glorinha.....	269
Quadro 69 - População dos distritos e da área rural – PMSB, 2014	274
Quadro 70 - Resumo das redes coletoras de esgoto existentes	280
Quadro 71 - Dados do serviço de esgotamento sanitário.....	282
Quadro 72 - Índice de Qualidade das Águas - IQA na bacia do Rio Gravataí	299
Quadro 73 - Pontos de monitoramento da qualidade da água na Bacia do Rio Gravataí	301
Quadro 74 - Qualidade da água atual e prevista pelo enquadramento	303
Quadro 75 - Resumo dos SES existentes e em operação na Bacia	305
Quadro 76 - Considerações quanto aos SES na área em estudo.....	306
Quadro 77 - Estimativa da geração de RSU no município de Santo Antônio da Patrulha.....	308
Quadro 78 - Dados da usina de transbordo e triagem de Santo Antonio da Patrulha	313
Quadro 79 - Locais de deposição irregular de RSU no município de Gravataí.....	321

Quadro 80 - Responsabilidade do RSU do município de Alvorada.....	330
Quadro 81 - Características dos sistemas de coleta, transporte e destinação final de RSU	345
Quadro 82 - Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição na Bacia.....	349
Quadro 83 - Unidades de Conservação presentes da Bacia.....	351
Quadro 84 - Relação dos poços do SIAGAS e municípios.....	366
Quadro 85 - Pontos de monitoramento da qualidade da água na Bacia.....	368
Quadro 86 - Condicionantes naturais que influenciam nos sistemas de drenagem da Bacia	377
Quadro 87 - Condicionantes antrópicos e efeitos na drenagem.....	378
Quadro 88 - Ocorrências de condicionantes antrópicos nos municípios da Bacia do Rio Gravataí ...	379

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DRH/SEMA	Departamento de Recursos Hídricos da SEMA-RS
DEP	Departamento de Esgotos Pluviais de Porto Alegre
DMLU	Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Porto Alegre
EAP-GRV	Estudo de Alternativas e Projetos para Minimização do Efeito das Cheias e Estiagens na Bacia do Rio Gravataí
FEPAM/RS	Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Rio Grande do Sul
FIDE	Formulário de Informação de Desastre
HIDROWEB	Portal Hidroweb da Agência Nacional de Águas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPH	Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS
LABGEO-UFRGS	Laboratório de Geoprocessamento de Ecologia da UFRGS
METROPLAN	Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PAC	Plano de Aceleração do Crescimento
PLAMSAB-CANOAS	Plano Municipal de Saneamento Básico da Cidade de Canoas
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNGR	Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PRH-GRV	Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí
PRS-GRV	Plano Regional de Saneamento da Bacia Hidrográfica do Gravataí - G010
PRS-SINOS	Plano Regional de Saneamento da Bacia Hidrográfica dos Sinos
RDC	Regime de Contratação Diferenciada
RMPA	Região Metropolitana de Porto Alegre
RS	Estado do Rio Grande do Sul
S2ID	Sistema Integrado de Informações sobre Desastres
SEMA-RS	Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Sul
TdR	Termo de Referência
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

1 APRESENTAÇÃO

Este documento é parte integrante dos “Estudo de Alternativas e Projetos para Minimização do Efeito das Cheias e Estiagens na Bacia do Rio Gravataí”, 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).

O contrato 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 da Contratante

DADOS DA CONTRATANTE	
Nome	Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional - METROPLAN (citada daqui em diante como FISCALIZAÇÃO)
Endereço	Rua 24 de Outubro 388 - 4o andar - Bairro Moinhos de Vento, Porto Alegre - RS
Responsável pela instituição	
Nome	Pedro Bisch Neto
Cargo	Diretor-Superintendente
Fiscal do contrato	
Nome	Eng. ^a Paula Branco Pinto
Telefone	(51) 3288-6000
E-mail	paula-pinto@metroplan.rs.gov.br

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Quadro 2 - Dados do Consórcio

DADOS DO CONSÓRCIO	
Nome Fantasia	Consórcio Metroplan Bacia Rio Gravataí
Empresas componentes	
Razão social	Cohidro Consultoria, Estudos e Projetos Ltda
Endereço	Rua 96, 585, loja comercial 7, Saquarema/RJ,
Responsável	Eng.º Wellington Coimbra Lou
Telefone	(21) 2288-5462
E-mail	cohidro@cohidro.com.br
Razão social	Encop Engenharia Ltda
Endereço	Av. Coronel Aparício Borges, nº 965 - salas 201, 202 e 203, Porto Alegre/RS
Responsável	Eng.º Luciano Bezerra
	Eng.º Thiago Araldi
Telefone	(51) 3028 4799
E-mail	luciano@encop.com
	thiago@encop.com
Razão social	M.J Engenharia Sis Ltda
Endereço	Rua Dr. Vale, 60, sala 501, Porto Alegre/RS
Responsável	Eng.º Orgel Carvalho Filho
	Eng.º Ricardo Santiago
Telefone	(51) 3013 5793
E-mail	orgel.filho@mjenharia.com
	ricardo.santiago@mjenharia.com

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Quadro 3 - Dados do Contrato

DADOS DO CONTRATO	
Termo de Compromisso do Estado do RS com União	0402.526-57/2012-RS
Editais CELIC	RDC 010/14
Número do contrato com a METROPLAN	004/2015
Objeto	Elaboração de estudo de alternativas e projetos para a minimização do efeito de cheias e estiagens na Bacia do Rio Gravataí
Ordem de início	16 de junho de 2015
Prazo	24 meses (contrato inicial mais primeiro termo aditivo)
Prazo Prorrogado Cfe. 1º Aditivo Contratual, de 08 de junho de 2016. FPE Nº 023001/2014 Exp. Administrativo 689-22.64/14-3	12 meses a contar de 15 de junho de 2016 (Término estimado em 15/06/17)
Prazo Prorrogado Cfe. 2º Aditivo Contratual, de 08 de junho de 2017. FPE Nº 023001/2014 Exp. Administrativos 689-22.64/14-3, 2391-22.64/15-1 e 2392-22.64/15-4	190 dias a contar de 16 de junho de 2017 (Término estimado em 23/12/17)

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

1.1 Contexto do Produto 6 - Diagnóstico

De acordo com o Termo de Referência, o "PRODUTO 6 - Diagnóstico" deve examinar "os componentes relacionados entre drenagem urbana, inundações e estiagens, e suas relações com o planejamento urbano, a infraestrutura, os outros serviços públicos e o meio ambiente".

O Diagnóstico fornece subsídios técnicos para a elaboração dos demais produtos.

O Quadro 4 apresenta a relação de produtos previstos no presente projeto e a situação em que se encontra o desenvolvimento de cada um, no momento do fechamento da presente revisão do "PRODUTO 6 - Diagnóstico", qual seja, a REV 03.

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	Não iniciado
4	Consulta Pública - Relatório do Evento 3 - Plano de Ação	Não iniciado
5	Base de Dados	Executado
6	Diagnóstico	
7	Levantamento Topobatimétrico	Executado
8	Levantamento Aerofotogramétrico	Executado
9	Cadastro de Redes	Em execução
10	Relatório dos Estudos Hidrológicos	Executado
11	Relatório Simulações Hidráulicas e Mapas de Inundações	Em execução
12	Projetos dos Cenários de Intervenção	Não iniciado
13	Análise de Viabilidade das Alternativas	Não iniciado
14	Consolidação do Conjunto de Intervenções	Não iniciado
15	Capacitação e adequação dos serviços de gestão de águas	Não iniciado
16	Plano de Ação	Não iniciado
17	Resumo Executivo	Não iniciado
18	Relatório Final	Não iniciado

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

O Diagnóstico está significativamente relacionado ao "PRODUTO 5 - Base de Dados", visto que muitos mapas apresentados como figuras foram elaborados a partir do conteúdo organizado naquele produto.

Para os mapas que requerem uma visualização com maior nível de detalhe foi elaborada uma versão para impressão em formato A3, que é disponibilizada no Anexo 1 do presente documento.

O relatório decorrente do "PRODUTO 5 - Base de Dados" apresenta de forma mais detalhada as fontes de dados e estudos utilizados nesse diagnóstico.

Cabe destacar que a base de dados utilizada é composta por dados secundários compilados de diversas fontes, e ainda incluídos dados primários e análise das entrevistas junto à comunidade afetada pelos problemas de inundações na bacia em estudo.

As principais fontes de dados secundários utilizadas neste diagnóstico são:

- Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí [PRH-GRV];
- Planos de Saneamento Básico dos municípios [PMSB]
- Plano Regional de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí [PRS-GRV];
- Bases de dados da Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional [METROPLAN];

Algumas fontes públicas de dados:

- Laboratório de Geoprocessamento de Ecologia da UFRGS [LABGEO-UFRGS];
- Portal HIDROWEB da Agência Nacional de Águas [HIDROWEB-ANA];
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE];

1.2 Introdução do Produto 6 - Diagnóstico

Para elaboração do diagnóstico foram examinados os componentes relacionados à drenagem urbana, às inundações e suas relações com o planejamento urbano, a infraestrutura, os outros serviços públicos e o meio ambiente.

Para tanto foram identificados de acordo com o Termo de Referência, os principais impactos negativos, consequentes do incremento acelerado da urbanização (cidade de fato e a cidade planejada), sistemas de água e esgoto existentes e planejados, resíduos sólidos, drenagem urbana e ocorrência de inundações ribeirinhas, carência hídrica (conflitos de uso) e as questões ambientais, principalmente associadas às alterações do ecossistema Banhado Grande neste contexto de crescente antropização da bacia.

Inicialmente é apresentada a caracterização da Bacia do Rio Gravataí no contexto externo (Estado do Rio Grande do Sul) e interno (unidades de planejamento). Essas unidades são descritas em relação a aspectos de geologia, geomorfologia, hidrogeologia, pedologia, fisiografia e uso do solo.

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

Assim, foram relacionados os seguintes temas:

- a bacia hidrográfica do Rio Gravataí e as alterações históricas significativas relacionadas ao ciclo hidrológico;
- as sub-bacias em unidades de planejamento do PRH-GRV;
- os sistemas de drenagem urbana;
- os sistemas de esgotamento sanitário;
- os sistemas de abastecimento de água;

- os sistemas de resíduos sólidos urbanos;
- os aspectos de desenvolvimento urbano,;
- as Unidades de Conservação e sua importância no contexto da bacia;
- os impactos ambientais negativos decorrentes da antropização na área de interesse.

Por se tratarem de aspectos dinâmicos como de uso do solo, degradação ambiental dos recursos hídricos e meio biótico, o presente diagnóstico deve ser interpretado como um cenário atual e parcial, haja vista existência de aspectos complementares que podem ser incorporados ao longo do tempo.

Com base neste diagnóstico são apontadas na sequência as causas destes problemas e indicadas prováveis linhas de construção dos cenários potenciais para solucioná-los.

Inicialmente, no Capítulo 2 é apresentada a caracterização da Bacia do Rio Gravataí no contexto externo (Estado do Rio Grande do Sul) e interno (unidades de planejamento).

Essas unidades são descritas em relação a aspectos de geologia, geomorfologia, hidrogeologia, pedologia, fisiografia e uso do solo.

Já o Capítulo 3 trata da evolução urbana histórica na bacia, a situação urbana atual e a urbanização planejada através dos planos diretores. Na abordagem da relação existente entre a evolução urbana e o sistema de drenagem, foi avaliada a tendência de desenvolvimento urbano, rural e da infraestrutura planejada para as cidades e as consequências sobre a drenagem urbana, as interfaces e compartilhamentos de bacias e as inundações ribeirinhas.

O Capítulo 4 apresenta a situação atual dos sistemas de drenagem urbana nos municípios da Bacia, e o planejamento em nível regional através dos planos de saneamento urbano.

O Capítulo 5 aborda os problemas de Estiagens, Quantifica a Demanda atual e a Disponibilidade Hídrica na Bacia com base nos estudos já elaborados. Apresenta o Sistemas de Abastecimento de Água - SAA.

No Capítulo 6 são apresentadas as principais características dos Sistemas de Esgotos Sanitários - SES existentes e o planejado, sua eficiência em relação ao atendimento das metas de enquadramento previstas pelo Plano de Recursos Hídricos da Bacia.

No Capítulo 7 apresentam-se as características dos sistemas de coleta, transporte e destinação final de resíduos sólidos em cada município, salientando os aspectos relacionados à qualidade da água e ao funcionamento dos sistemas de drenagem existentes.

O Capítulo 8 traz uma avaliação dos impactos ambientais negativos, decorrentes da franca antropização na área em estudo, apontando nas áreas de proteção ambiental e nas Unidades de Conservação – UC's existentes, os efeitos crescentes de erosão e as perdas em termos de biodiversidade e comprometimento da qualidade da água na Bacia.

O Capítulo 9 apresenta uma síntese do conjunto de observações sobre os dados e estudos afins disponibilizados e feita uma análise de forma integrada de todos os temas, apontando e quantificando, sempre que possível, sua importância no contexto do presente estudo, qual seja de controle de inundações e garantia de atendimento das demandas de água, mesmo em épocas de estiagens prolongadas.

O Capítulo 10 identifica as considerações finais e conclusões referentes ao diagnóstico dos problemas de inundações e disponibilidade hídrica na bacia do Rio Gravataí, estabelecendo uma relação de causa e efeito, na tentativa de gerar subsídios para a elaboração das próximas etapas do presente estudo, quais sejam de elaboração dos estudos hidrológicos, modelagem matemática e formulação dos cenários alternativos para equacionamento dos problemas identificados.

2 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRAVATAÍ

O Rio Gravataí é um rio de planície, de baixa velocidade, sinuoso e com muitos meandros, que originalmente percorria 39 km desde o Passo dos Negros até o Delta do Jacuí, no entanto hoje, conforme o seu perfil longitudinal, este trecho alterado possui 34,5 km.

O sistema de drenagem da bacia é formado por três compartimentos hidráulicos distintos: nascentes, Banhado Grande e curso inferior (Rio Gravataí propriamente dito).

O Rio Gravataí, propriamente dito, forma-se no Banhado Grande, percorrendo a bacia no sentido leste para oeste, onde drena as águas dos municípios situado entre a Serra Geral e a Coxilha das Lombas, desaguando no Delta do Jacuí (um conjunto de canais, ilhas e banhados), a partir do qual, forma o lago Guaíba, sendo sua distância de 61,4 km aproximadamente.

Os principais afluentes do Rio Gravataí são dezesseis arroios. Na margem direita tem-se nove arroios, a saber: Brigadeiro, Barnabé, Demétrio, Pinto, Passo Grande, Miraguaia, Venturosa, Veadinho e Chico Lomã. Na margem esquerda os outros sete, os arroios Areias, Sarandi, Feijó, São João, Águas Belas, Passo dos Negros e Alexandrina.

Importante contribuição aos recursos hídricos superficiais da bacia é o aquífero de Águas Claras localizado na parte meridional da bacia.

2.1 Área de Abrangência do Estudo

Segundo o Departamento de Recursos Hídricos – DRH/SEMA e Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM/RS, o Estado do Rio Grande do Sul está estruturado em três Regiões Hidrográficas, conforme mostrado na Figura 1, e definidas na Lei Estadual Nº 10.350/1994, a saber:

- Região Hidrográfica da Bacia do Rio Uruguai, compreendendo as áreas de drenagem do Rio Uruguai e do Rio Negro;
- Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba, compreendendo as áreas de drenagem do Guaíba;
- Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas, compreendendo as áreas de drenagem dos corpos de água não incluídos nas Regiões Hidrográficas definidas nos incisos anteriores.

A Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí está inserida na Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba, localizando-se na porção leste do Estado do Rio Grande do Sul, a qual é formada pelas seguintes bacias hidrográficas: Vacacai-Mirim, Alto Jacuí, Baixo Jacuí, Taquari-Antas, Caí, Gravataí, Guaíba e Pardo.

O Rio Gravataí deságua no Delta do Rio Jacuí, onde também afluem, e muito próximos, os Rios Caí e dos Sinos.

Ver Figura 1 ilustrativa, abaixo:

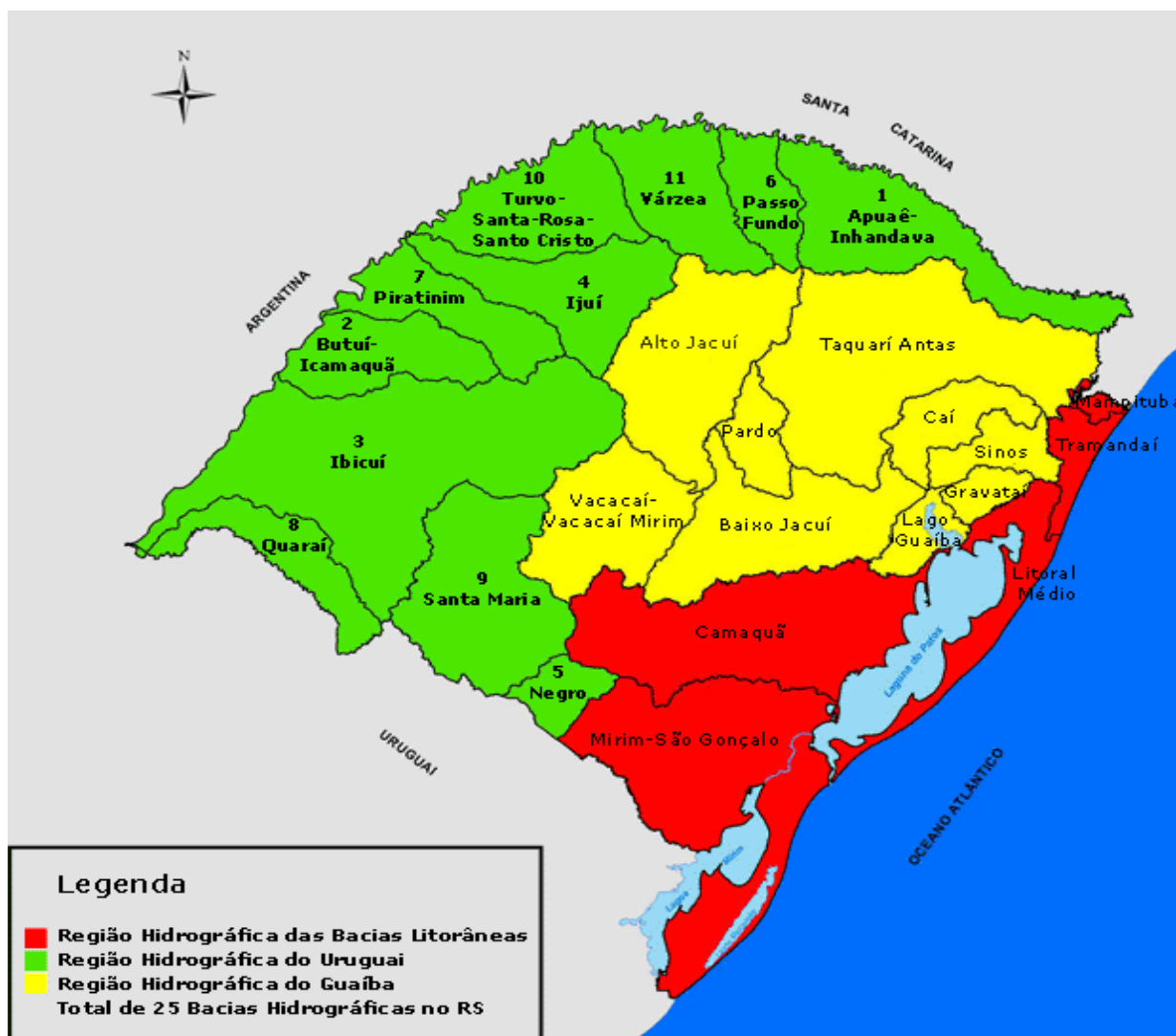


Figura 1 - Regiões hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul
(Fonte: DRH/SEMA, 1994)

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

A bacia está localizada na região nordeste do Estado, entre as coordenadas geográficas de 29°45' a 30°12' de latitude Sul e 50°27' a 51°12' de longitude oeste.

Possui uma área aproximada de 2.000 km², o que representa 2,4% do território estadual. Está delimitada a leste e a sul pela Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas, ao norte com a Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, e a oeste pela Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba.

A cumeeira da bacia apresenta elevações mais acentuadas ao norte e menores ao sul e oeste, envolvendo uma planície central, no sentido sudoeste-nordeste.

Entre estas elevações, no município de Santo Antônio da Patrulha, existe uma grande área plana e alagadiça, formada pelo Banhado Grande (também conhecido como Chico Lomã, que é o nome do principal formador do banhado, o Arroio Chico Lomã).

A bacia abrange parte da região Metropolitana de Porto Alegre, incluindo zona urbana de Porto Alegre, Canoas, Alvorada, Viamão, Cachoeirinha, Gravataí, Glorinha e Santo Antônio da Patrulha. A divisão municipal e a hidrografia principal pode ser observada na Figura 2.

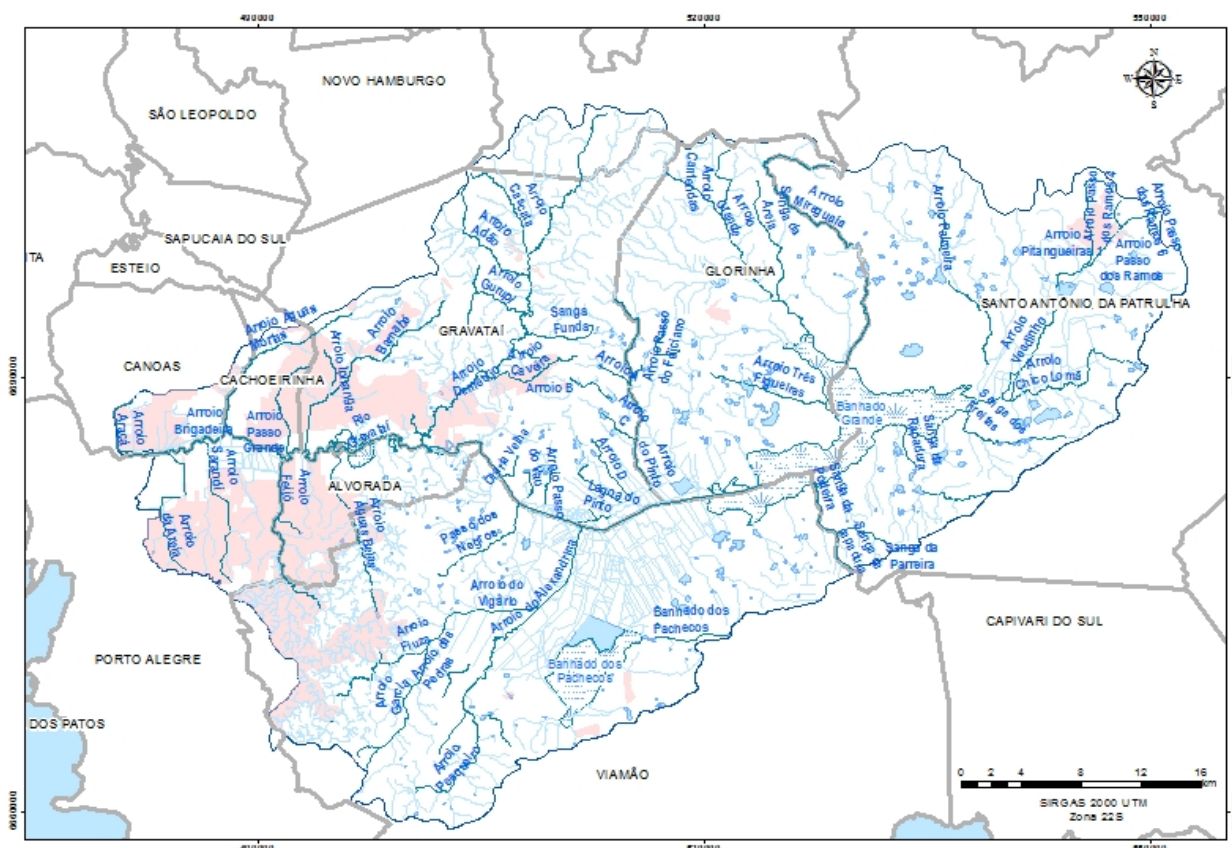


Figura 2 - Delimitação da área da Bacia Hidrográfica com hidrografia principal
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

O Quadro 5 relaciona os municípios e sua localização em função dos divisores de água das bacias hidrográficas que compõem a Região Hidrográfica do Guaíba.

Quadro 5 - Municípios e sua localização nas bacias hidrográficas

MUNICÍPIO	BACIAS HIDROGRÁFICAS
ALVORADA	Rio Gravataí
CACHOEIRINHA	Rio Gravataí e Rio dos Sinos
CANOAS	Rio Gravataí e Rio dos Sinos
GLORINHA	Rio Gravataí
GRAVATAÍ	Rio Gravataí e Rio dos Sinos
PORTO ALEGRE	Guaíba e Rio Gravataí
SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA	Rio Gravataí, Rio dos Sinos e Litoral Médio
TAQUARA	Rio dos Sinos e Rio Gravataí (apenas área rural)
VIAMÃO	Rio Gravataí e Litoral Médio

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Convencionou-se que o município de Taquara, por não possuir área urbana na Bacia do Rio Gravataí não seria contemplado na fase do Diagnóstico, haja vista, que o mesmo se encontra inserido em estudo semelhante que está sendo desenvolvido para a Bacia do Rio dos Sinos.

Para o desenvolvimento do presente diagnóstico, adotou-se a delimitação do vetorial, no formato shapefile (SHP), da Bacia do Plano de Gestão de Recursos Hídricos, conforme apresentado no Produto 5 – Base de Dados.

2.2 Considerações Quanto ao Traçado do Rio Gravataí

O traçado e geometria do Rio Gravataí apresentam-se como fatores relevantes na elaboração do presente estudo, haja vista alteração histórica significativa, e os consequentes efeitos diversos no escoamento superficial e das vazões de projeto.

Para viabilizar o desenvolvimento da irrigação na região, foi construída uma extensa malha de canais de drenagem, principalmente no trecho médio, nas áreas drenadas pelos Arroios Alexandrina (margem esquerda) e do Pinto (margem direita).

A Figura 3 apresenta um detalhamento da hidrografia nessa região. As alterações no regime de escoamento e na regularização de vazões, decorrentes desta obra, que são fundamentais para simulação hidrológica e hidráulica são demonstradas a seguir.

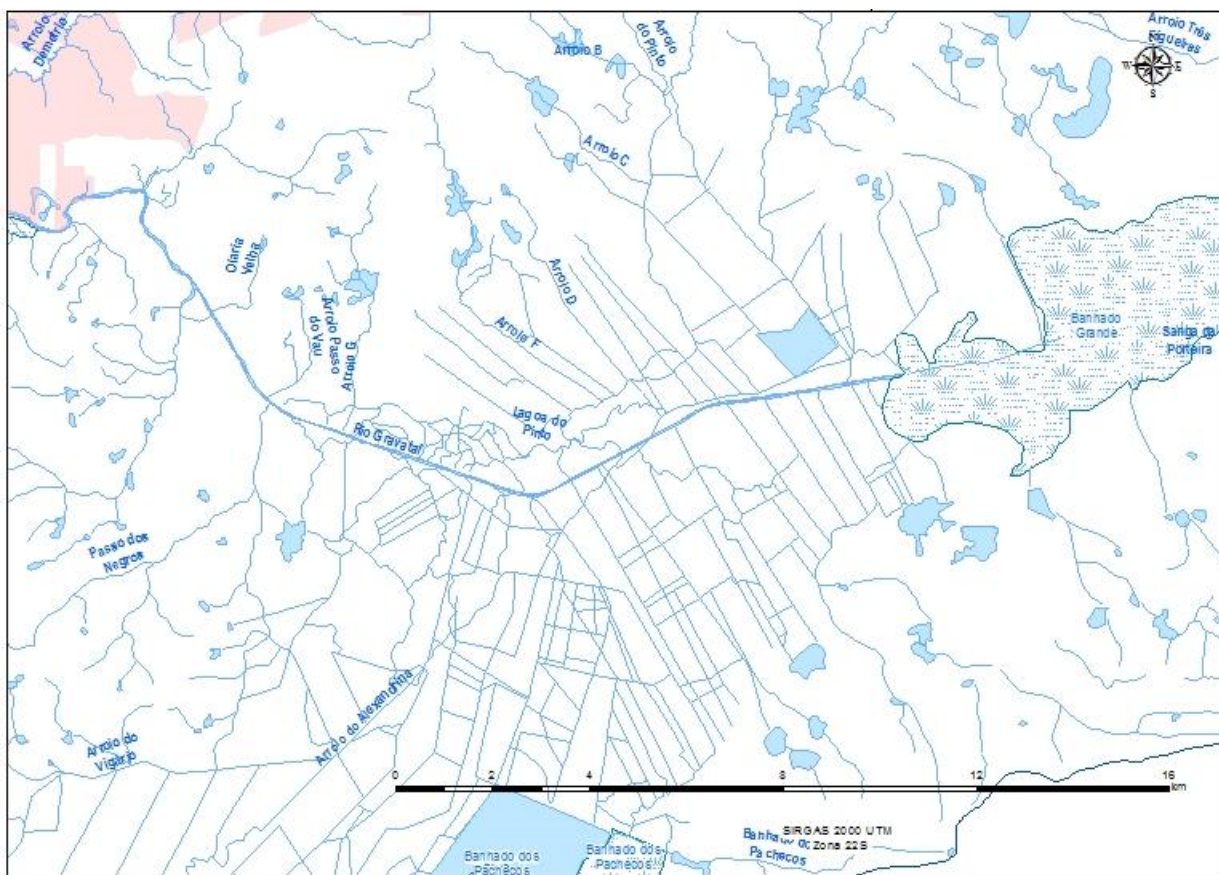
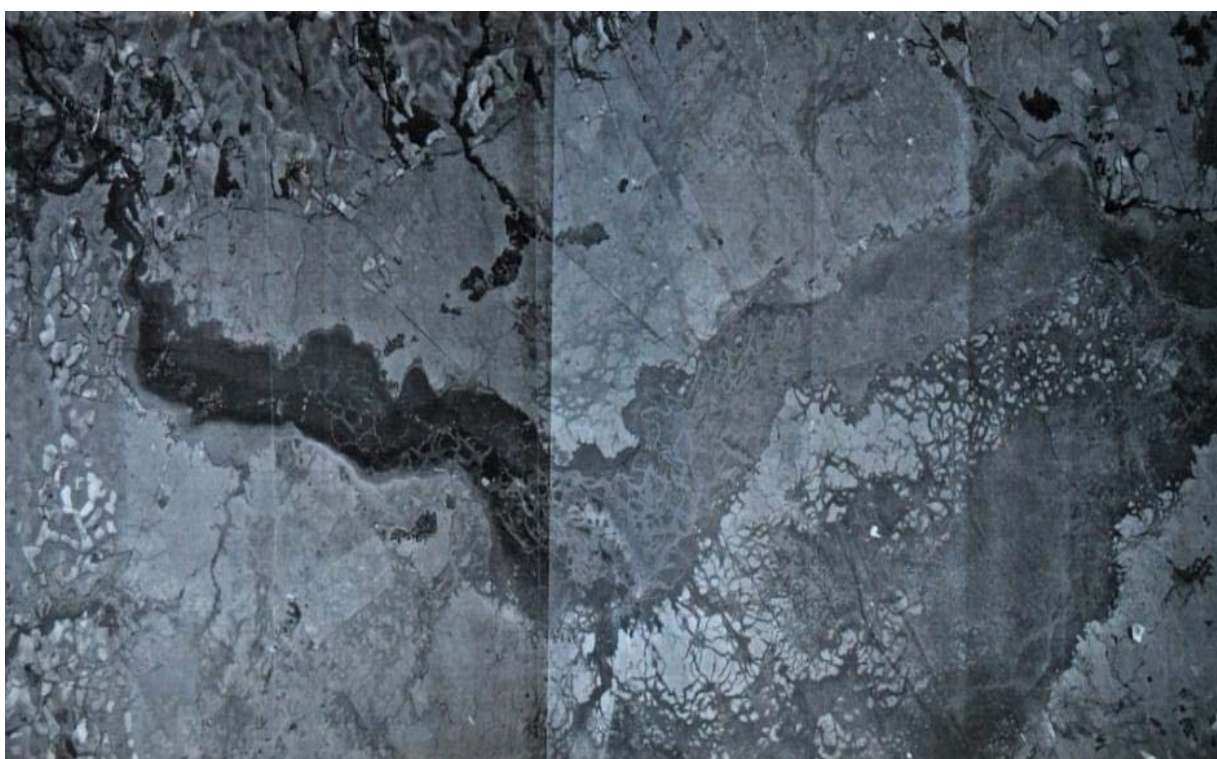


Figura 3 - Detalhe da hidrografia na região canalizada do Rio Gravataí
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Como alteração significativa no regime de escoamento do rio, identifica-se a mudança do seu leito natural, tendo como base um projeto elaborado pelo extinto Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), na década de 60, a jusante do Banhado Grande até próximo da Olaria Velha, percorrendo cerca de 20 km na calha do Rio Gravataí.

Em apresentação da AEBA - Associação dos Ex-bolsistas na Alemanha para o Comitê de Bacia, intitulada "Proposições sobre Problemas Localizados nos Banhados do Rio Gravataí", em 06/04/2016 foi incluída montagem de levantamento aerofotogramétrico que apresenta a superfície original da abrangência das áreas de banhado e o traçado original do rio, conforme Figura 4.

Estas condições de escoamento originais foram alteradas, favorecendo o rebaixamento do freático livre, reduzindo as áreas permanentemente alagadas, e aumentando a velocidade de escoamento superficial, com consequente incremento da ocorrência de erosão.



*Figura 4 - Imagem antiga com abrangência original das áreas de banhado na Bacia.
(Fonte: AEBA/2016)*

Embora os levantamentos aerofotogramétricos e topobatimétricos que serão realizados pelo presente estudo, possam definir o verdadeiro estágio atual do rio em termos geométricos, o conhecimento das condições originais de traçado, e seu respectivo regime hídrico, fornece subsídios importantes para concepção da proposição das alternativas que preveem a "renaturalização", ou resgate das condições naturais de escoamento.

Entre as contribuições relevantes para alteração do regime hídrico da bacia, destaca-se a modificação do traçado da sua foz (ver Figura 5), apontada pela Associação de Ex-bolsistas da Alemanha – AEBA, no estudo "Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí - Estudos e Proposições", ocorrida anos de 40, que enfatiza:

“O deságue do Gravataí no Guaíba nos anos de 40 dava-se através de um canal em direção ao norte.

Nos anos 40 foi aberto um canal saindo diretamente para o sul, cortando a área denominada Humaitá em duas partes: uma, o atual bairro Humaitá e outra a Ilha do Humaitá. Com essa obra o rio passou a desembocar no Saco do Cabral.

Como consequência deste fato a declividade do Rio aumentou, aumentando a velocidade e seus problemas de erosão, causando a redução dos banhados e mudando o controle das vazões”

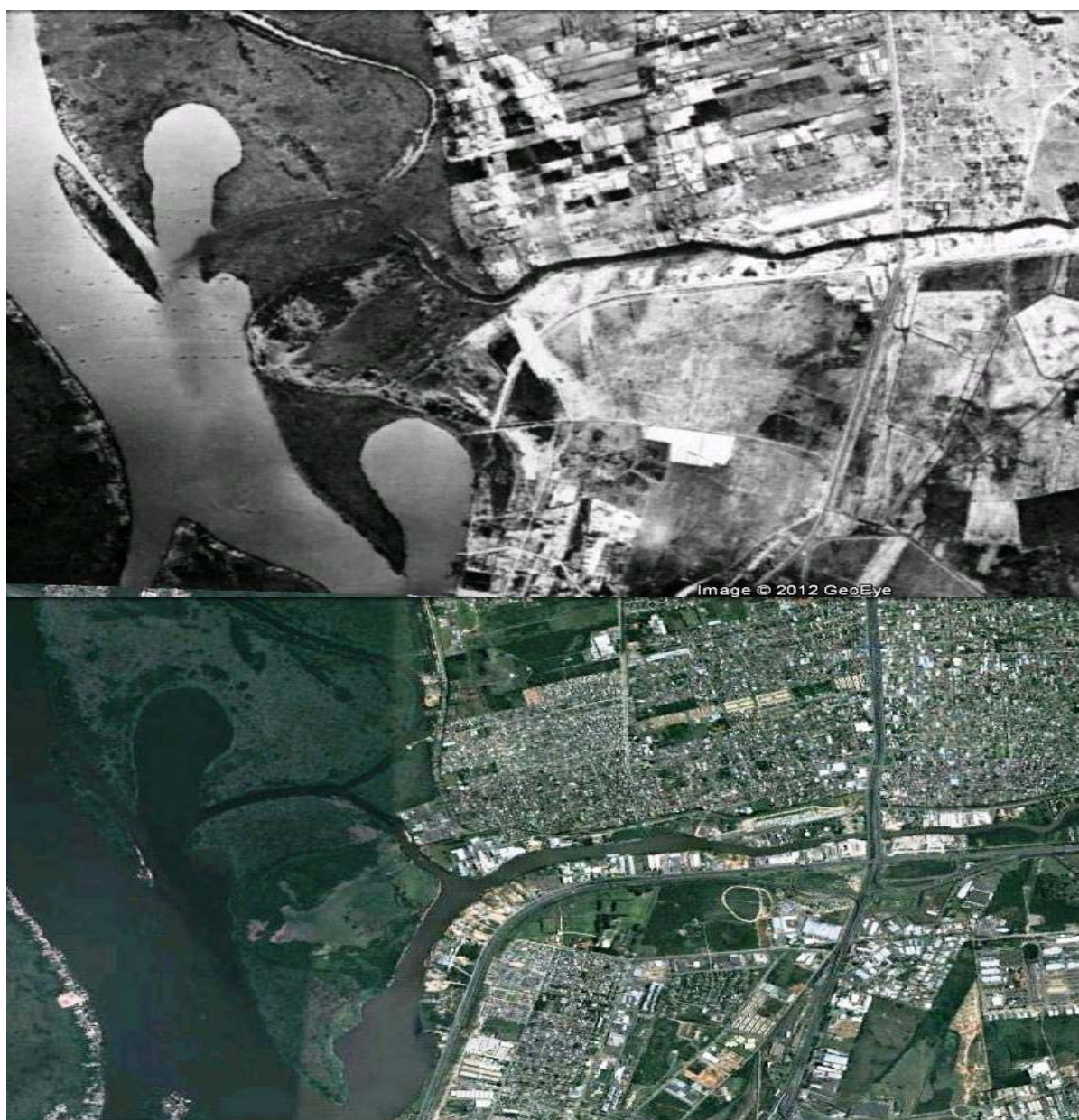


Figura 5 - Alteração do traçado e geometria na foz do Rio junto ao Lago Guaíba, anos 1940
(Fonte: Transcrito de AEBA/2013)

O mesmo estudo aponta a localização da retificação do Rio Gravataí nos anos 60, através do extinto DNOS – Departamento Nacional de Obras de Saneamento, com obra de um canal que começa na Olaria Velha em direção ao leste, e atinge extensão total de 20.400 m, conforme imagens apresentadas na Figura 6



Fotografia 28: Rio Gravataí retificado - (Canal DNOS)
Ricardo L. Dobrovolski - Janeiro/1984

*Figura 6 - Localização e foto aérea de 1984 do trecho retificado do Rio Gravataí
(Fonte: Transcritos de AEBA/2013)*

O referido estudo aponta:

"A execução deste canal tinha com o objetivo ampliar áreas para produção de arroz, o que foi obtido. Porém, a área obtida, em face de falta de água, não pode ser aproveitada integralmente. Esta drenagem, no entanto veio agravar a falta de água na área e a jusante, bem como reduziu significativamente a área de banhado.

O canal até hoje apresenta um trabalho de reestruturação e conformação continuadas, onde as condições locais formam alterações na secção de vazão, ou seja, pontos de controle do deságue, podendo nesses pontos aumentar ou diminuir a velocidade da água. Desta forma passando a regular as áreas de banhado a montante da secção de cada ponto de controle, permitindo desta forma o aumento ou diminuição da área alagada.

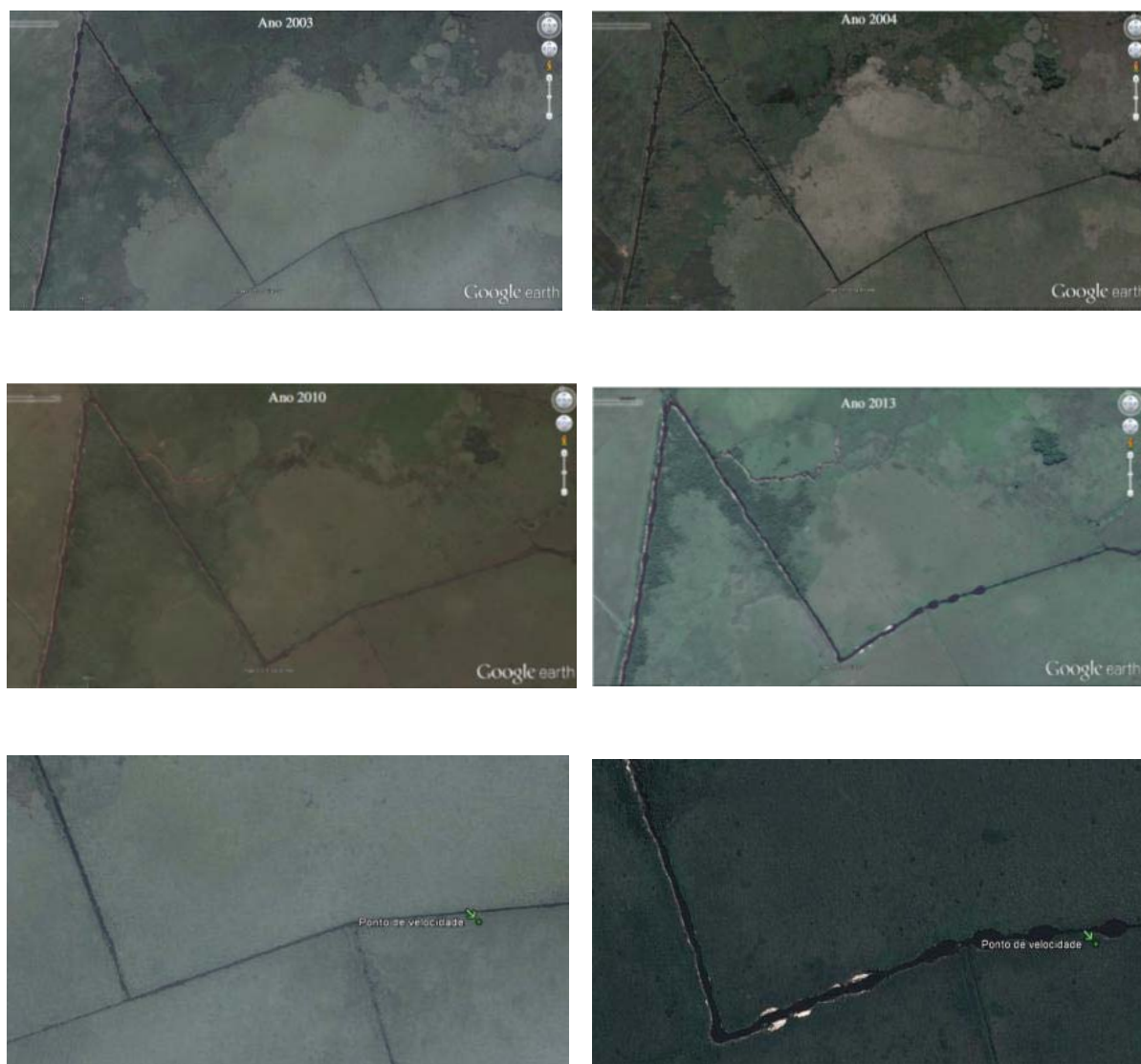
..... Criou-se um trecho intermediário de transferência de sedimentos, que podem ser observados na calha dragada, resultando, além do que é discutido sobre a disponibilidade da água, na diminuição dos depósitos e fontes de nutrientes para o ambiente."

Salienta, ainda em relação à retificação do leito do Rio Gravataí:

- Necessidade de realização de um levantamento topográfico com resolução suficiente para auxiliar na definição dos fluxos longitudinais e também laterais no interior do banhado, permitindo a compreensão sobre a dinâmica do escoamento, os tempos de permanência e os volumes envolvidos;
- Conformação do banhado com claras evidências de leito(s) pretérito (s) fortemente meandrante (s) no seu interior, que por si só já indicam um aumento sensível do tempo de residência das massas em escoamento, com forte mecanismo de fluxo lateral;

A montante do trecho canalizado do rio foram executados dois trechos retilíneos (em forma de "V"), com o intuito de drenar áreas de montante e ampliá-las para produção de arroz, conforme Figura 7, transcrita do estudo da AEBA/2013.

Observa-se a evolução da erosão, formando voçorocas próximo ao vértice do canal escavado, agravado pelo incremento da velocidade do escoamento, adquirido pela alteração da geometria do canal no trecho.



*Figura 7 - Evolução da erosão - no detalhe alteração no canal escavado desde 2003 a 2012
(Fonte: Transcrito de AEBA/2013)*

O mesmo estudo aponta que este deslocamento com a erosão e deposição do material erodido, modifica a declividade do canal, e que ao longo de mais de 35 anos, a queda já se deslocou por mais de 4.600 m, entre o ponto da queda e onde atualmente está atuando o processo erosivo.

O PRH-GRV¹ cita algumas considerações quanto ao traçado do Rio Gravataí, obtidas de outros estudos, conforme apresentado no Quadro 6, que influenciou significativamente no seu regime hídrico.

¹ Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Gravataí (BOURSCHEID, 2012) – Plano de Bacia, Porto Alegre, julho de 2012.

Quadro 6 - Traçado do Rio Gravataí e o estudo existente

ESTUDO	ASPECTO IDENTIFICADO	RELEVÂNCIA ATUAL
“Estudos Básicos e Pesquisas Especiais na Região do Rio Gravataí” - Agrar und Hydrotechnik, 1971.	Banhado como área pantanosa de 138 km ² , com extensão de 30 km na direção leste-oeste e desnível de 9 m, com oscilações anuais de até 2 m.	Identificação do banhado como zona de retenção. Rio sem leito definido.
	Em sua totalidade, o banhado era denominado de Chico Lomã, sendo a sua parte norte denominada de Banhado Grande e sua parte sul de Banhado dos Pachecos. O deságue deste banhado é o Rio Gravataí, com área de 1.365 km ² .	Denominação das sub-regiões da bacia e estimativa de área de contribuição. Denomina Rio Gravataí apenas a jusante do banhado.
	Condições existentes logo após a implantação do canal de drenagem do DNOS.	Escoamento do rio, considerando alteração das condições originais.
Projeto de retificação do Rio Gravataí. DNOS, 1958.	Projeto de macrodrenagem, composto de um canal principal com 35 km de extensão que deságua no Rio Gravataí e dois canais laterais para a drenagem da parte sul do banhado (Banhado dos Pachecos) e Arroio do Vigário.	Alterou o regime natural do rio, acelerando escoamento e rebaixamento do freático pela drenagem da área do banhado.
Planejamento Integrado dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí – DNOS/GTZ, 1985.	Área original de banhados, reduzida de 450 km ² , para 50 km ² , pelas drenagens. Banhado dos Pachecos com cerca de 20 km ² , que permanece como banhado, pela pequena declividade do terreno natural e a ocorrência da camada de turfa.	Ratifica a importância do Banhado dos Pachecos, e apresenta um valor significativo da área original do banhado.
	Canal de drenagem do banhado com 17 km. O regime hídrico do rio é complexo, pois dois terços da bacia são separados do restante pelo estreito vale do Passo dos Negros. Cerca de 400 km ² são planos e com mau escoamento e muitos cursos d'água são barrados por açudes. A jusante do Passo dos Negros o leito é horizontal, com irregularidades no fundo, com represamento do fluxo pelas águas do delta do rio Jacuí.	Identifica o regime hidrológico complexo da bacia do Rio Gravataí, com restrição de escoamento junto ao Passo dos Negros e sujeito a remanso do Delta do Jacuí.
Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Gravataí - 2014	Clara alteração do comportamento do rio, que passa a ser representado, pelo traçado do novo canal, dependendo das condições de vazão, nível do Guaíba e localização, pelo próprio canal de drenagem. Entretanto, em situações de vazões mais elevadas ou níveis mais altos no Guaíba, o rio volta a percorrer, mesmo que parcialmente, trechos do leito antigo.	A calha do rio é dependente das vazões. O direcionamento para definição da calha decorre de uma vazão referencial, definida a partir de TR ou da curva de permanência.

(Fonte: PRH-GRV)

Conclusões sobre o Desenvolvimento do Rio Gravataí a partir dos Estudos Precedentes (IPH/CPRM, 2002; IPH, 2010):

“O estudo do material disponível permite caracterizar o Rio Gravataí como sendo originalmente um rio com um comprimento de 39 km, originado de uma ampla área de banhados. No seu curto desenvolvimento, apresentava uma pequena declividade do seu leito. Na área de banhado, não havia uma definição de seu leito.

A partir das obras de drenagem realizadas pelo DNOS, o Rio Gravataí tem uma mudança drástica de comportamento. O seu atual traçado é definido por cerca de 100 km, apresentando um trecho inicial (a montante) com cerca de 30 km de declividade mais elevada (entre os perfis 1 e 7) representado por um canal de drenagem artificial sobre áreas dos antigos banhados dos Pachecos e Grande.

Segue-se a este, um trecho com características hidráulicas distintas, com menor declividade, maior dificuldade de drenagem, que se desenvolve por cerca de 70 km (a partir do perfil 8 do levantamento do IPH). Neste trecho, o rio apresenta restrição de escoamento dependente do comportamento do Guaíba”.

As Figura 8 e Figura 9 são relacionadas ao tema acima:

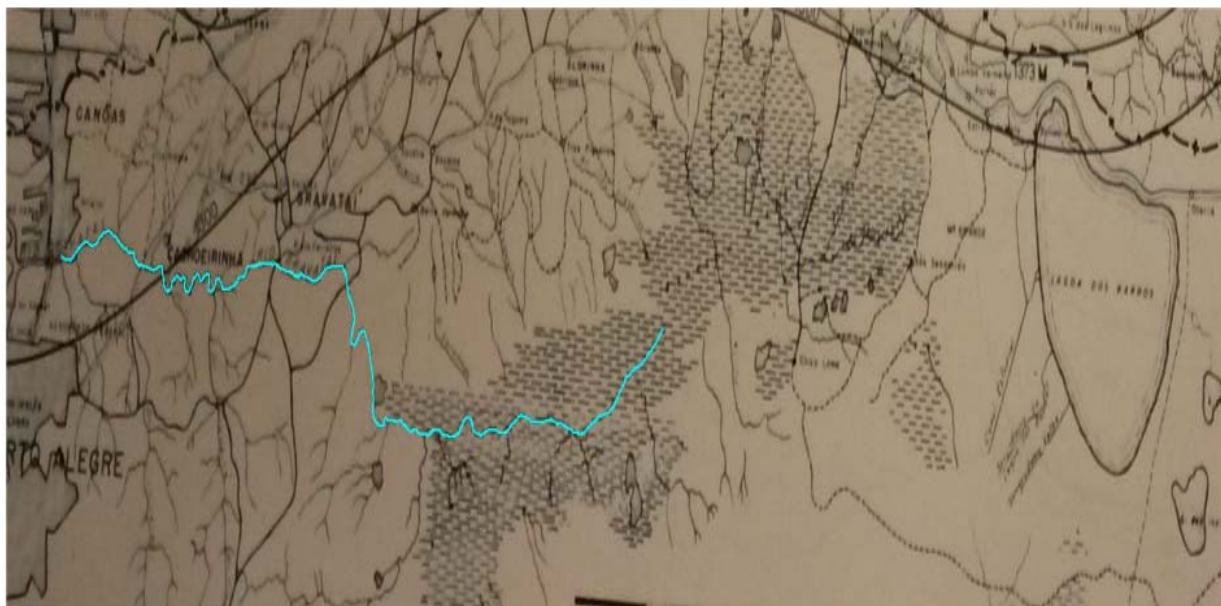


Figura 8 - Traçado do Rio Gravataí em azul antes das obras do DNOS - em azul claro
(Fonte: Adaptado de Bundersrepublik Deutschland)

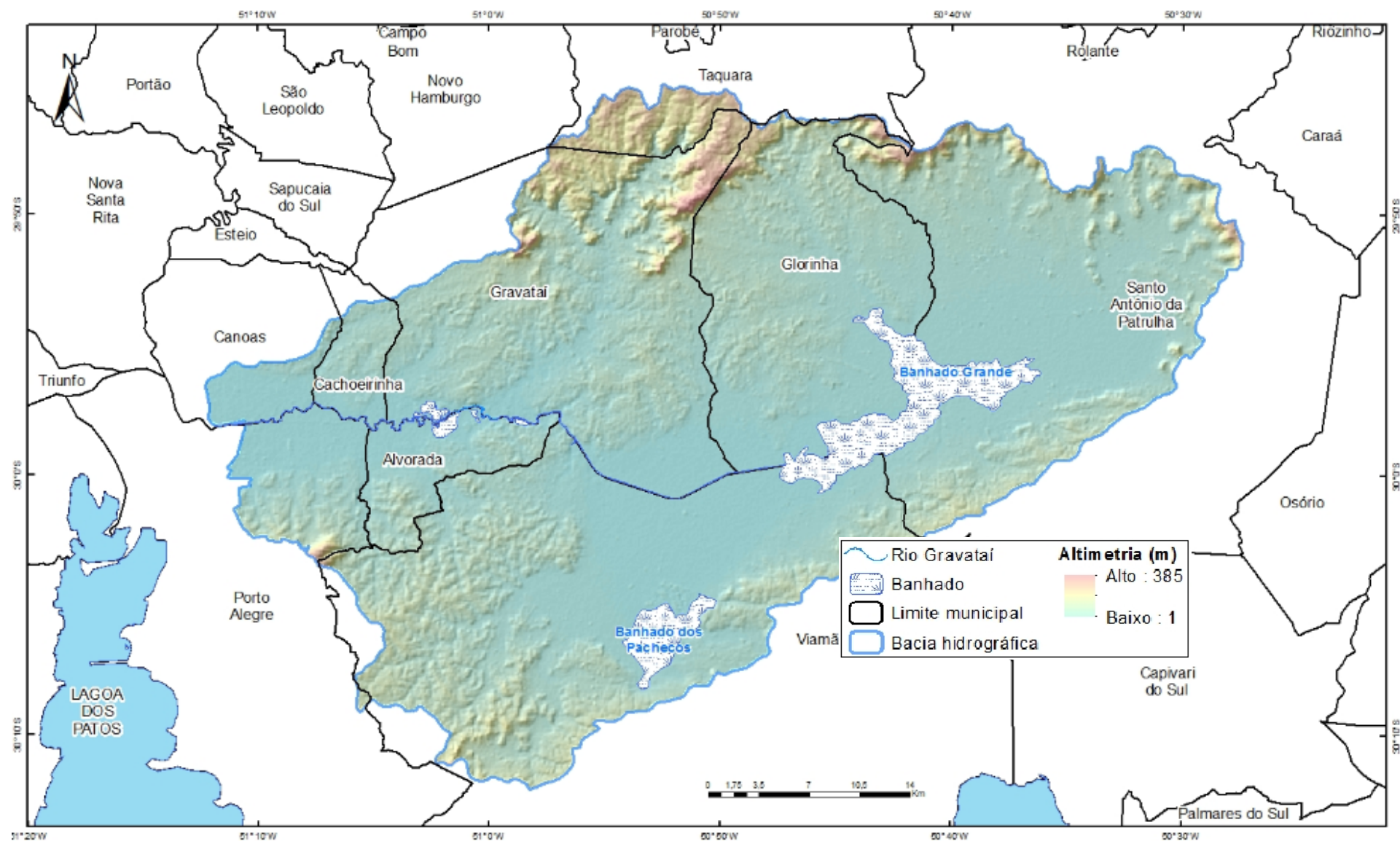


Figura 9 - Traçado atual do Rio Gravataí
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

O PRH-GRV apresenta as seguintes considerações sobre o tema, corroborando com os estudos IPH/CPRM,2002 e IPH,2010:

- Traçado original do rio com um comprimento de 39 km e origem em ampla área de banhados, pequena declividade e na área de banhado, não havia definição de seu leito, evidenciando o Banhado Grande como seu formador principal;
- Após as obras de drenagem realizadas pelo DNOS, o traçado do rio é definido por cerca de 100 km, apresentando:
 - ✓ Trecho de montante com cerca de 30 km, com declividade mais elevada, representado por um canal de drenagem artificial sobre áreas dos antigos banhados dos Pachecos e Grande;
 - ✓ Trecho com menor declividade, maior dificuldade de drenagem, que se desenvolve por cerca de 70 km, com restrição de escoamento dependente do comportamento do Guaíba, apresenta cota negativa ou nula;

Assim conclui-se quanto ao traçado do Rio Gravataí:

- Estas alterações na geometria e traçado do leito do rio interferem diretamente no regime hidrológico e hidráulico da bacia, gerando consequências significativas, como o incremento da vazão de pico, redução da recarga do freático livre pela menor infiltração e consequente aumento da sua profundidade.
- As maiores velocidades de escoamento favorecem a ocorrência de erosão (surgimento de voçorocas) e assoreamento da calha do rio, reduzindo sua capacidade e potencializando os efeitos das enchentes ribeirinhas.
- O final do trecho retificado coincide com o início da área urbanizada de Gravataí, onde os aparecem os primeiros problemas de inundações ribeirinhas. Este agravamento pode ser creditado ao efeito de incremento da velocidade obtido neste trecho. Nas etapas posteriores de modelagem matemática hidrodinâmica deverá ser identificada esta influência direta.

Em resumo, o Rio Gravataí sofreu significativas alterações quanto a sua dinâmica de escoamento superficial ao longo do tempo:

- No trecho de jusante: evidente crescimento urbano com incremento da impermeabilização e implantação do SPCC, que através dos diques restringiu o escoamento à "seção de projeto", elaborado na década de 60 e implementado em Canoas, Cachoeirinha, Alvorada e Porto Alegre.

Assim o antigo caminho do rio com extensa área de escoamento, teve em seu trecho de jusante, redução significativa da seção útil, gerando efeito de remanso no trecho médio.

Alteração do traçado e geometria no trecho final da foz, aumentando a seção desviando o deságue.

- No trecho médio: alteração do traçado meândrico por alinhamento linear, e aprofundamento e implantação de calha do rio, nos trechos onde não possuía leito definido, logo a jusante do Banhado Grande, favorecendo o escoamento e drenagem da área de banhado natural a montante;
- No trecho de montante: além da redução da área permanentemente inundada do banhado natural, as nascentes e APPs ao longo dos cursos d'água sofreram degradação, alterando o fluxo de água superficial, contribuindo para o assoreamento e redução das calhas dos arroios e afluentes do Banhado Grande.

2.3 Unidades de Planejamento do PRH-GRV

A divisão de áreas territoriais significativas ou complexas em termos socioeconômicos e ambientais, como aplicadas no PRH-GRV, é uma técnica usual no planejamento de recursos hídricos, buscando-se facilitar o conhecimento da diversidade de condições homogêneas de prevalência, bem como possibilitam o entendimento dos problemas ocorrentes e a proposição de ações de resolução ou mitigação.

A segmentação apresentada no PRH-GRV, é fruto do debate feito no âmbito do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, o Comitê Gravatahy, a partir da proposta técnica produzida pela consultoria, anteriormente discutida no âmbito da comissão de acompanhamento, composta pela DRH/SEMA, FEPAM, METROPLAN e pelo próprio Comitê Gravatahy.

Esse processo de segmentação das unidades de planejamento do PRH-GRV, foi desenvolvido a partir de critérios sobre temas específicos, tais como: aspectos físicos (hidrografia, relevo e geomorfologia, uso do solo), aspectos sociopolíticos (divisas municipais e rodovias), divisões de estudos anteriores (IPH e CPRM, 2002), enquadramento do Rio Gravataí e finalidade da divisão (balanços hídricos com vistas ao diagnóstico e metas do plano).

Desse modo, foram considerados os aspectos físicos e ambientais das áreas hidrográficas, respeitando as funções ecológicas de cada trecho de rio, e também a subdivisão a qual a população e o Comitê da bacia se referenciam.

A base de partida da segmentação considerou a divisão atualmente aceita da Bacia, em Alto, Médio e Baixo Gravataí, conforme considerado em diversos estudos técnicos existentes, notadamente no Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, desenvolvido pelo DRH.

Outro ponto de fundamental importância é o enquadramento em vigor que considera quatro trechos para o Rio Gravataí: trecho alto, Banhado Grande (ainda no trecho alto), trecho médio e trecho inferior.

O Comitê Gravatahy, seguindo essa compartimentação hidrográfica, com suas distintas identidades em termos de ocupação do solo, dividiu a bacia do Rio Gravataí em quatro macrounidades e oito microunidades (sub-bacias), conforme descrito a seguir.

Já no compartimento do Médio Gravataí, com a maior porção da bacia (43%) encontra-se uma zona de transição entre os ambientes rural e urbano, com forte presença do setor orizícola (Rizicultura), e alterações na rede hidrográfica, com canalizações para irrigação e drenagem de lavouras.

Finalmente, a menor porção com 18% da área da bacia, o Baixo Gravataí apresenta nítida predominância de ambientes urbanos, com densa ocupação populacional.

2.3.2 Microunidades (Sub-Bacias)

Para cada um dos quatro trechos das macrounidades, excetuando-se o Alto Gravataí – Formadores, são propostas pelo PRH-GRV do Gravataí novas divisões geográficas, respeitando-se a malha hidrográfica e separando as margens de acordo com os afluentes do Gravataí, em cada trecho.

Dessa forma definiu-se oito microunidades, que foram associadas, no presente estudo, a uma codificação de sub-bacias, conforme relacionado a seguir: (Ver Figura 11).

- Baixo Gravataí
 - ✓ BG1 – Margem Direita: Cachoeirinha e Canoas
 - ✓ BG2 – Margem Esquerda: Alvorada e Porto Alegre
- Médio Gravataí
 - ✓ MG1 – Arroios Demétrio e Pinto
 - ✓ MG2 – Arroios Fiuza, Alexandrina e Banhado dos Pachecos
- Alto Gravataí – Formadores
 - ✓ AG1 – Alto Gravataí, Arroios Chico Lomã, Veadinho e Palmeira
- Alto Gravataí – Banhado Grande
 - ✓ AG2 – Arroios Grande e Miraguaia
 - ✓ AG3 – Banhado Grande
 - ✓ AG4 – Sangas da Rapadura e do Freitas

A Figura 11 apresenta a segmentação da bacia do Rio Gravataí em macrounidades de planejamento.

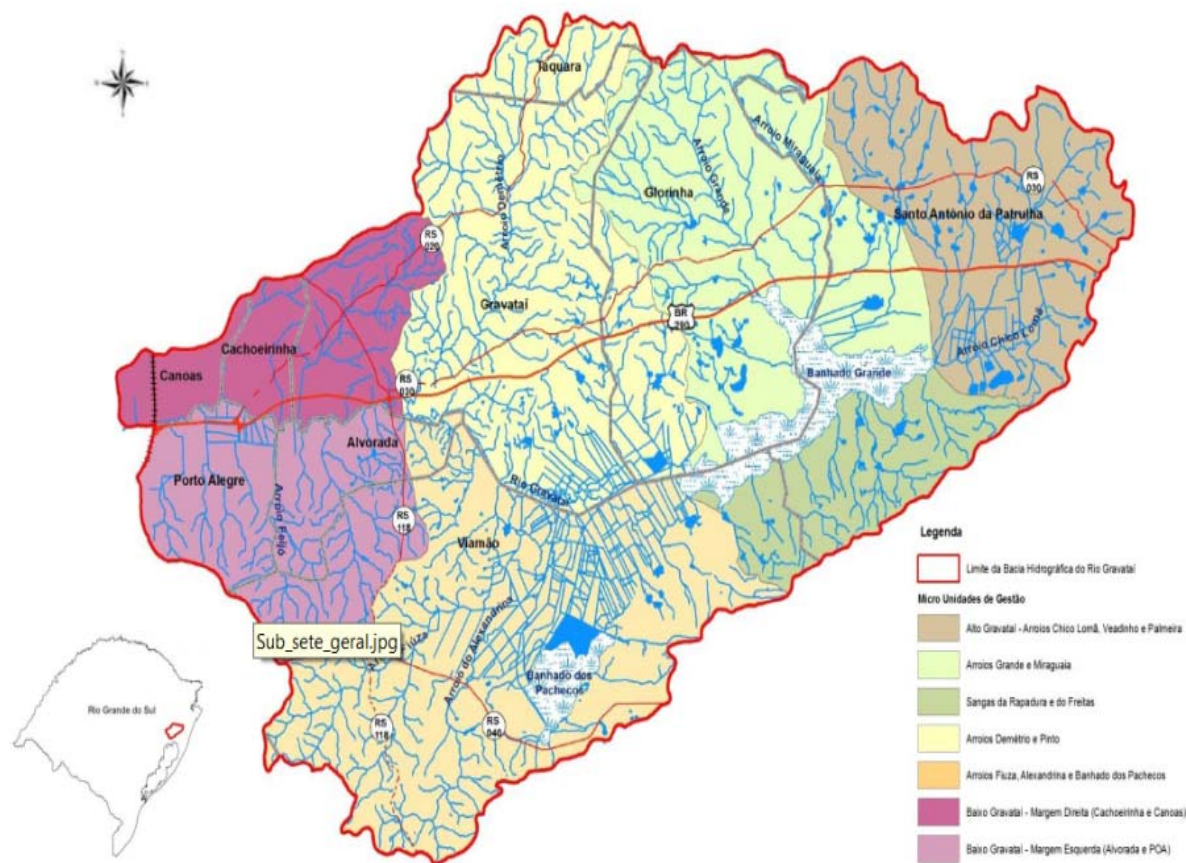


Figura 11 - Segmentação da bacia do Rio Gravataí em microunidades de planejamento
(Fonte: PRH-GRV)

O estudo IPH-CPRM (2002) também realizou proposta de divisão da Bacia do Gravataí em sub-bacias, onde foram utilizados os principais arroios da Bacia, conforme apresentado na Figura 12.



Figura 12 - Proposta de divisão de Sub-bacias do Gravataí.
(Fonte: IPH-CPRM/2002)

Em relação à padronização nacional de denominação de bacias, preconizada pela Agência Nacional de Águas - ANA, o nível 5 da aplicação da metodologia denominada ottocodificação coincide com a bacia do Gravataí.

Por outro lado, enquanto o PRH-GRV subdivide a bacia do Gravataí no nível mais detalhado em 8 sub-bacias, no nível 6 da ottocodificação a bacia do Gravataí é subdividida em 9 sub-bacias, com uma lógica diferente.

Na Figura 13 observa-se que há diferenças de interpretação no Alto Gravataí - Banhado Grande, e Médio Gravataí. Os limites da ANA estão em vermelho enquanto as sub-bacias do PRH-GRV estão com fundo colorido.

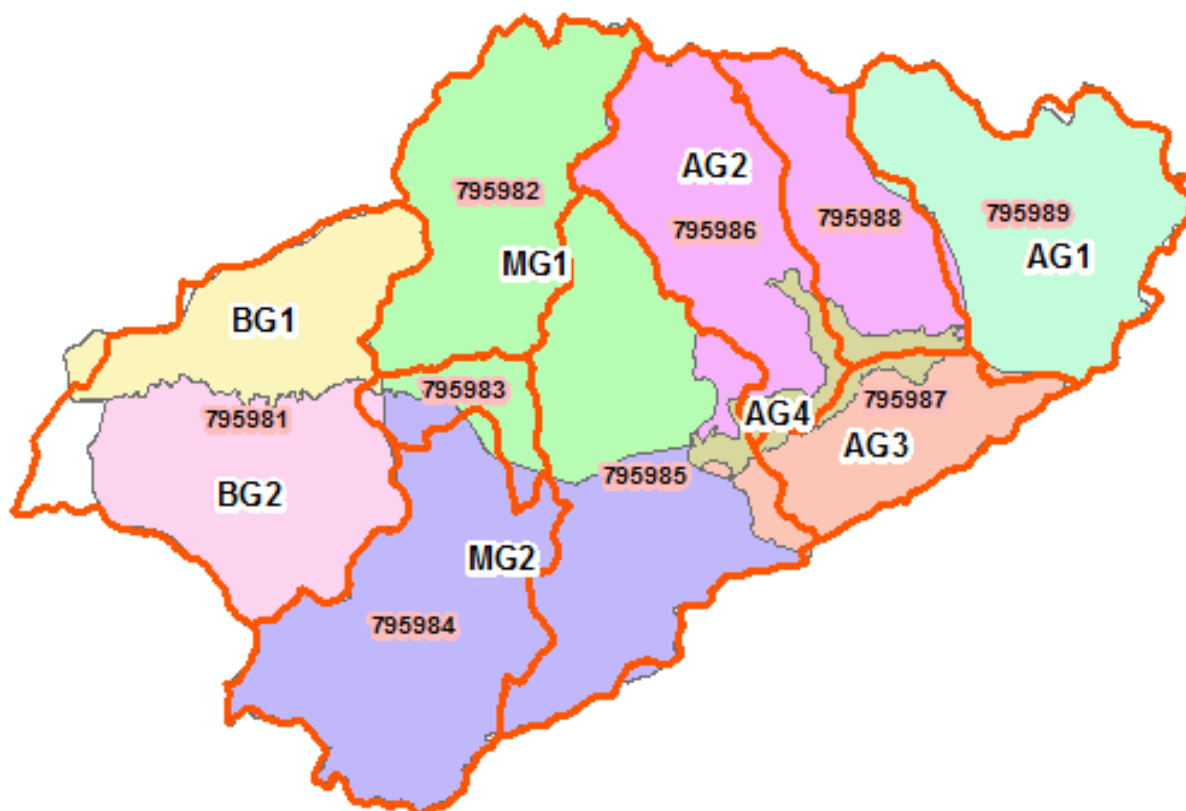


Figura 13 - Sobreposição da bacia ottocodificada nível 6 da ANA com bacias do PRH Gravataí
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Observando-se as referidas divisões, percebe-se que o Banhado Grande não é considerado como uma sub-bacia independente, mas sim a porção de jusante das demais bacias do Alto Gravataí.

Por outro lado, a divisão do estudo da UFRGS-CPRM/2002 na região do Médio e Baixo Gravataí já é mais consistente com as unidades de planejamento do PRH-GRV do que a divisão da ANA.

Portanto, ao longo do presente estudo, optou-se em adotar a divisão de sub-bacias definidas pelo PRH-GRV, que utilizou a visão de microunidade de planejamento. No Produto 5 - Base de Dados, os limites da bacia hidrográfica do PRH-GRV foram revisados considerando-se a cartografia dos planos de saneamento municipais, que apresentavam maior nível de detalhamento.

Nesse processo, foram aplicados os devidos ajustes para compatibilização cartográfica. Com isso, foi possível gerar inclusive um novo nível de sub-bacias hidrográficas, mais adequado às escalas urbanas.

O mapa da Figura 14 apresenta as 8 microunidades de planejamento em cores distintas, com a divisão interna de sub-bacias de drenagem, conforme detalhamento dos planos de saneamento municipais.

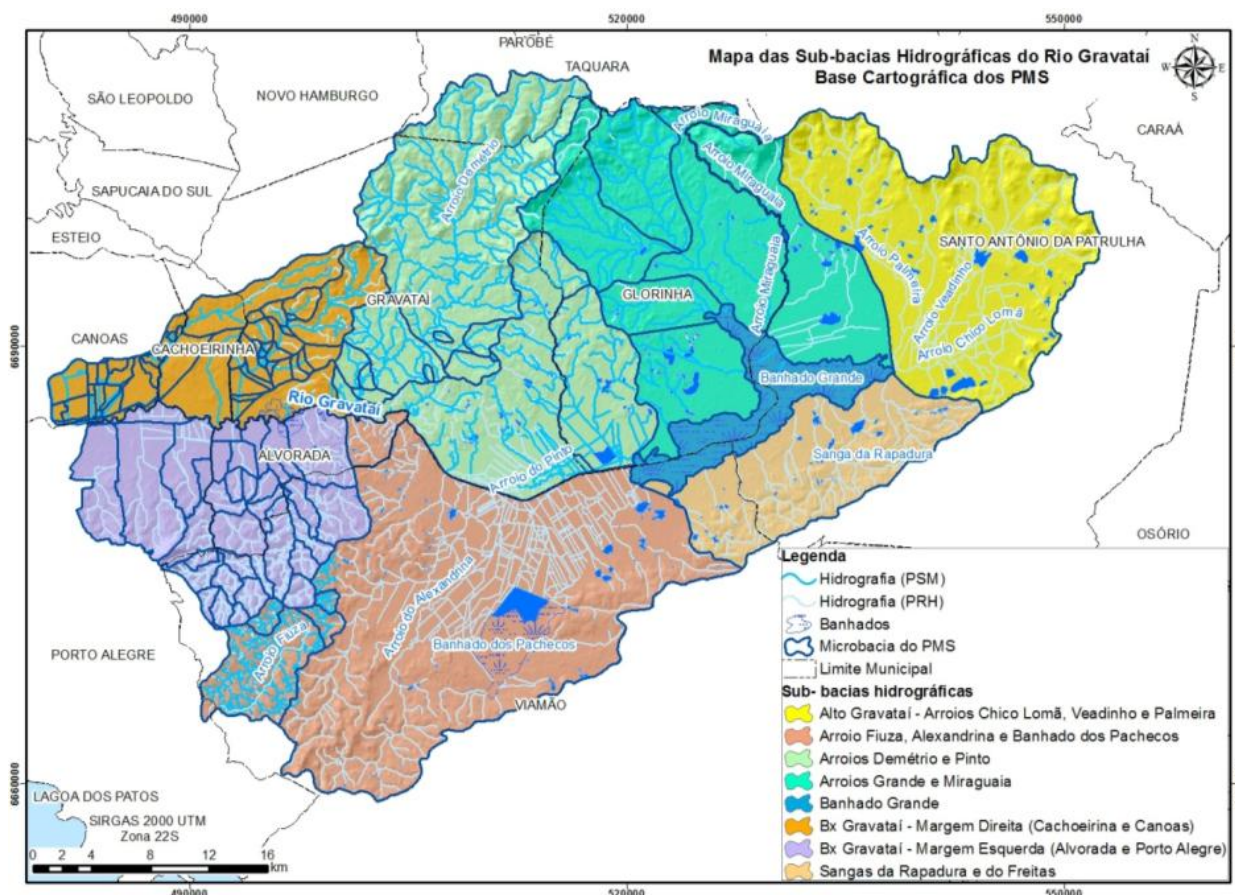


Figura 14 - Mapa das sub-bacias hidrográficas gerado no Produto 5 - Base de Dados
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

2.3.3 Análise das Sub-bacias da Área de Estudo

O Quadro 7 apresenta a divisão oficial do PRH-GRV e as características de cada sub-bacia e microunidades de gestão.

Tendo como base as divisões de bacias identificadas nos estudos existentes, quais sejam: Plano de Recursos Hídricos, UFRGS-CPRM/2002, ANA-Ottobacias, os PMSB e o presente trabalho, foi gerado um diagrama unifilar dos recursos hídricos da bacia (Figura 15) com objetivo de subsidiar as etapas posteriores visando a regularização de vazão para atendimento das demandas, bem como o controle de cheias.

Quadro 7 - Divisão oficial de Sub-bacias do PRH-GRV e microunidades de gestão.

MACRO UNIDADES	MICRO UNIDADES DE GESTÃO	ÁREA (km²)	MUNICÍPIOS	SEDES
Baixo Gravataí BG1 e BG2	Baixo Gravataí: Margem Esquerda (Alvorada e POA)	213,34 (10%)	Porto Alegre, Alvorada e Viamão	Porto Alegre, Alvorada e Viamão
	Baixo Gravataí: Margem Direita (Cachoeirinha e Canoas)	153,55 (08%)	Canoas, Cachoeirinha e Gravataí	Canoas e Cachoeirinha
Médio Gravataí MG1 e MG2	Arroios Demétrio e Pinto	402,43 (20%)	Gravataí, Taquara e Glorinha	Gravataí
	Arroios Fiúza, Alexandrina e Banhado dos Pachecos	469,93 (23%)	Viamão e Alvorada	Viamão
Alto Gravataí: Banhado Grande AG4	Arroios Grande e Miraguaia	333,28 (17%)	Sto. Antônio da Patrulha, Glorinha e Gravataí	Glorinha
	Sangas da Rapadura e do Freitas	126,78 (06%)	Glorinha, Viamão e Sto. Antônio da Patrulha	-
	Banhado Grande	59,81 (03%)	Glorinha, Viamão e Sto. Antônio da Patrulha	-
Alto Gravataí: Formadores AG1, AG2 E AG3	Alto Gravataí, Arroios Chico Lomã, Veadinho e Palmeira	258,93 (13%)	Sto. Antônio da Patrulha	Sto. Antônio da Patrulha

(Fonte: PRH-GRV)

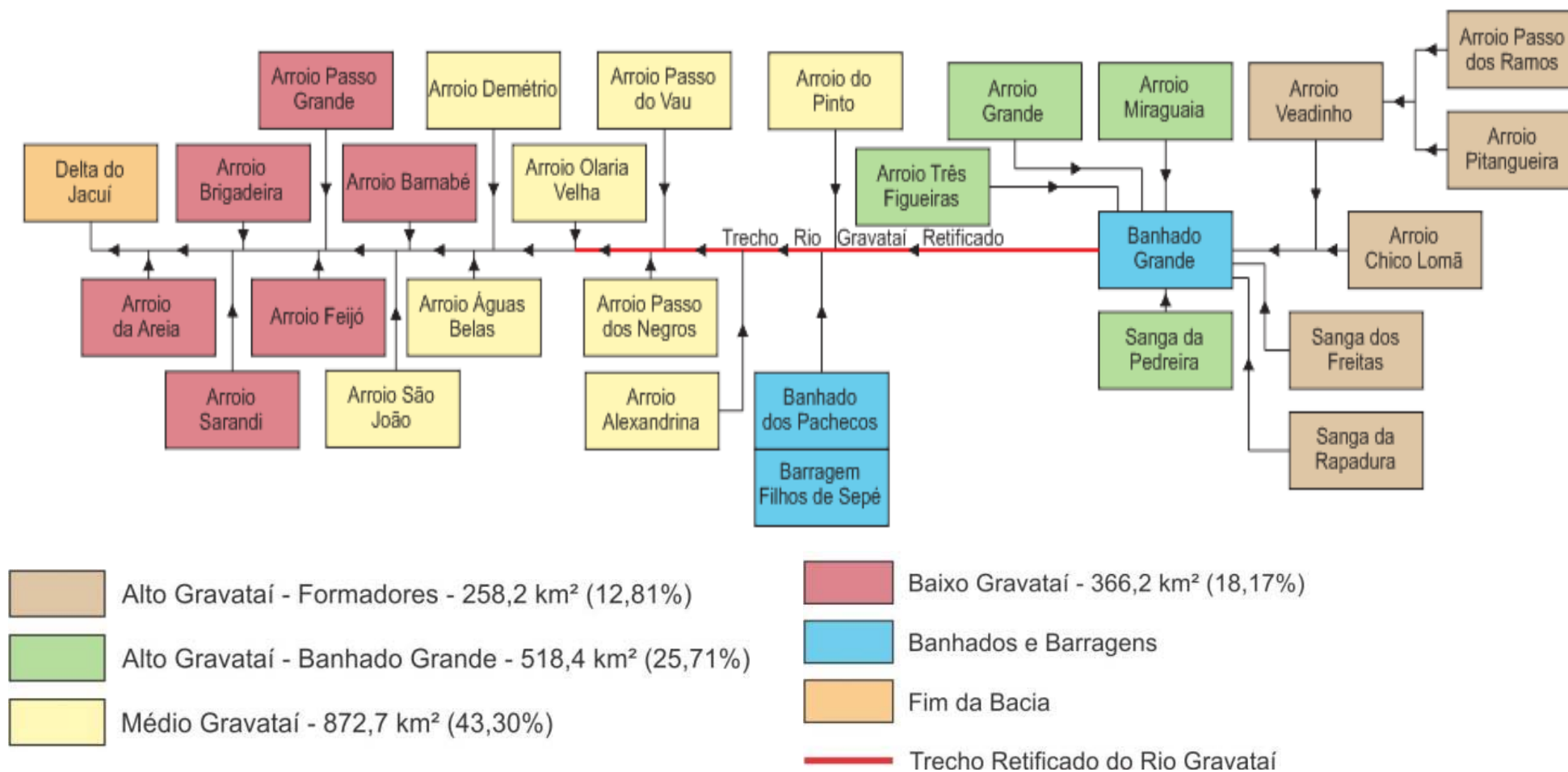


Figura 15 - Diagrama Unifilar das sub-bacias do Rio Gravataí
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

A definição de qual versão de "limites de bacia" a ser utilizada se torna importante, para subsidiar a continuidade dos estudos, principalmente para elaboração dos estudos hidrológicos e modelagem matemática, escopo do presente trabalho, haja vista uma gama de valores diversos e que precisam ser sistematizados na mesma base de dados.

Assim o presente estudo, ao gerar a Base de Dados cartográficos georreferenciados, recomenda a manutenção das unidades de planejamento previstas pelo PRH-GRV com o aprimoramento de seus limites aqui apresentado, para elaboração dos estudos hidrológicos e de simulação de cheias na bacia do Rio Gravataí.

O conhecimento detalhado das características das sub-bacias em estudo, em função do meio físico, biótico e socioeconômico, bem como os diferentes usos do solo, relacionados às áreas de contribuição, influencia sobremaneira nos resultados obtidos, e na concepção das alternativas a serem propostas.

Assim a solução dos problemas de escassez hídrica nas estiagens, e dos excessos quando em períodos de cheias, passa pela caracterização destas sub-bacias, conforme apresentado na sequência.

2.4 Considerações Quanto às Unidades de Planejamento

As unidades de planejamento estabelecidas pelo PRH-GRV (micro e macrounidades) subsidiaram a definição da versão atualizada dos "limites de bacia", a ser utilizada na continuidade do presente estudo.

Para realização desta tarefa foi considerado um grande volume de informações similares, porém sensivelmente divergentes em valores finais, e oriundos de diferentes fontes, que foi sistematizado e compõe a base de dados espaciais atualizada em forma de "camada".

Trata-se de uma etapa importante, para subsidiar a elaboração dos estudos hidrológicos e modelagem matemática, escopo do presente trabalho, pois recomenda-se a manutenção das unidades de planejamento previstas pelo PRH-GRV com o aprimoramento de seus limites, aqui apresentadas.

O conhecimento detalhado das características das sub-bacias em estudo, em função do meio físico, biótico e socioeconômico, bem como os diferentes usos do solo, relacionados às áreas de contribuição, influencia sobremaneira nos resultados obtidos, e na concepção das alternativas a serem propostas.

Assim a solução dos problemas de escassez hídrica nas estiagens, e dos excessos quando em períodos de cheias, passa pela caracterização destas sub-bacias, já inseridos no banco de dados espacial (Produto 5 - Base de Dados), considerando:

- Geologia e geomorfologia
- Hidrogeologia
- Relevo e pedologia
- Fisiografia das sub-bacias
- Usos e ocupação atual do solo na bacia

- Condicionantes naturais de escoamento das águas pluviais
- Condicionantes ambientais

2.5 Dados Físicos e Ambientais das Unidades de Planejamento

2.5.1 Geologia e Geomorfologia das Sub-bacias

De acordo com o mapa geológico Figura 16 desenvolvido especificamente para a Bacia do Gravataí e adotado no PRH-GRV, pode-se destacar algumas litologias das diversas formações geológicas:

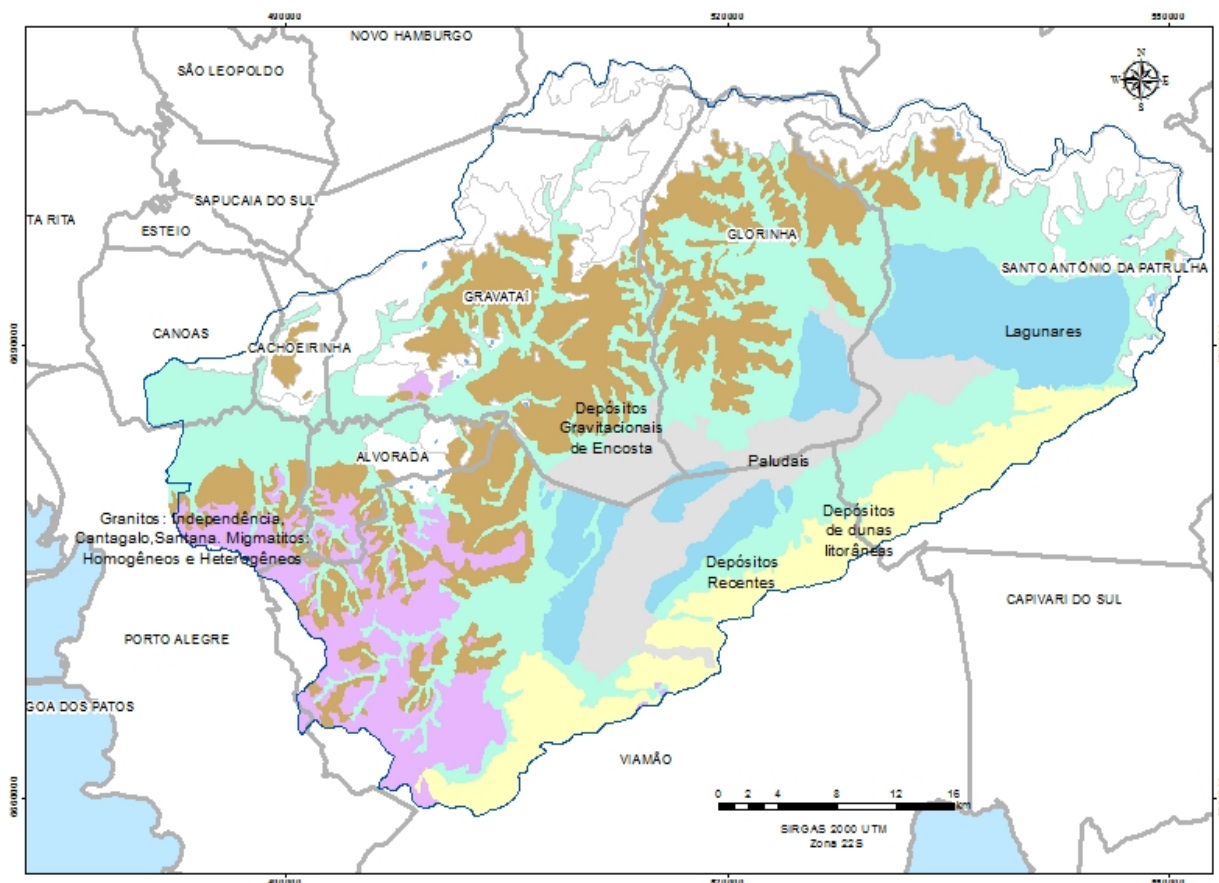
- granitos da Era Pré-Cambriana na porção sudoeste da bacia (áreas urbanas de Porto Alegre, Alvorada e Viamão);
- depósitos lagunares e paludais da Era Cenozoica desde Santo Antônio da Patrulha, passando pela planície do Banhado Grande até o trecho médio do Rio Gravataí;
- depósitos recentes da Era Cenozoica no trecho baixo do Rio Gravataí.

O Quadro 8, apresenta a classificação por sub-bacia de planejamento, o que pode subsidiar os estudos hidrológicos, etapa posterior do presente trabalho.

Quadro 8 - Caracterização geológica nas sub-bacias em estudo (Área em km²)

RÓTULOS DE LINHA	AG1	AG2	AG3	AG4	BG1	BG2	MG1	MG2	TOTAL GERAL
Depósitos de dunas litorâneas	7	-	-	65	-	-	-	92	163
Depósitos Gravitacionais de Encosta	20	85			20	60	136	63	384
Depósitos Recentes	82	106	3	59	53	77	86	101	567
Granitos: Independência, Cantagalo, Santana. Migmatitos: Homogêneos e Heterogêneos	-	-	-	-	2	53	1	91	148
Lagunares	66	69	2	2			2	59	201
Paludais	0	9	55	1			40	62	167
(Vazio)	81	62			78	20	137	3	382
Total geral	256	332	60	127	153	211	402	470	2010

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)



*Figura 16 - Unidades geológicas na Bacia do Rio Gravataí
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)*

Segundo o Mapa Geomorfológico do Projeto RADAMBRASIL (1986), a Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí apresenta uma grande diversidade geomorfológica, abrangendo terrenos da planície costeira interna, do embasamento cristalino e das bordas do planalto basáltico, que correspondem respectivamente a três Domínios Morfoestruturais, os quais subdividem-se em novos domínios geoambientais, conforme apresentado a seguir:

- Domínio Morfoestrutural dos Depósitos Sedimentares:
 - ✓ Domínio Geoambiental Planície Aluvionar;
 - ✓ Domínio Geoambiental Planície Lagunar;
 - ✓ Domínio Geoambiental Cobertura Coluvionar;
 - ✓ Domínio Geoambiental Coxilha das Lombas;
- Domínio Morfoestrutural Embasamento Cristalino;
 - ✓ Domínio Geoambiental Escudo Sul-Riograndense;
- Domínio Morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares;
 - ✓ Domínio Geoambiental Bordas do Planalto;
 - ✓ Domínio Geoambiental Depressão Central;

Considerando o domínio geoambiental de planície aluvionar, segundo o PRH-GRV, afirma-se que esta feição geomorfológica foi responsável pelo represamento do Rio Gravataí, originando o Banhado Grande, o qual funciona como um regulador de vazão da bacia.

Devido a formação da Coxilha das Lombas, a trajetória original dos cursos d'água provenientes das terras altas (situadas a noroeste) em direção ao mar, foi barrada, ocasionando suas capturas pelo Rio Gravataí e o consequente desvio de seus cursos para o sentido oeste.

Esse domínio geoambiental apresenta região com relevo plano com terrenos baixos sujeitos a inundações periódicas. A densidade de drenagem é muito baixa e os sedimentos estão permanentemente saturados de água, com lençol freático próximo da superfície ou aflorante.

Considerando os domínios da Coxilha das Lombas, que é uma barreira arenosa de origem marinha e eólica - que abrange a porção sudeste da Bacia Hidrográfica e divide as águas da região costeira com a bacia hidrográfica- o domínio de cobertura coluvionar que se distribui em praticamente toda a área da bacia e a composição dos terrenos predominantemente argilo-siltosos ou areno-siltosos, tem-se como resultado a atuação de processos de erosão e redeposição do manto de alteração dos solos com processos geomorfológicos predominantes em movimentos de massas locais, tais como deslizamentos e desbarrancamento, além de ravinamento, erosão laminar e entulhamento.

Nesse cenário o escoamento freático é superficial e difuso, a densidade de drenagem é relativamente alta e ocorrem inúmeras fontes (olhos d'água) no contato com terrenos subjacentes impermeáveis.

O domínio de planície lagunar desenvolveu-se após a formação da Coxilha das Lombas.

Essa região apresenta relevo plano e lençol freático raso, onde os terrenos baixos estão sujeitos às inundações sazonais.

Os domínios morfoestrutural do embasamento cristalino e das coberturas sedimentares, localizados nas porções sudoeste e norte da bacia hidrográfica, caracterizam-se por apresentar rochas mais antigas e também rochas sedimentares, nas quais os processos erosivos geraram depressões conhecidas regionalmente como coxilhas, ao lado de superfícies planas, rampeadas, configurando o chamado relevo planar.

Nesse cenário destaca-se nas regiões de topo dos morros uma tendência de diminuição de espessura dos solos, predominando os neossolos e ficando frequente os lajeados e matacões.

Considera-se nesse sentido a impermeabilidade do substrato rochoso nas baixadas das porções de topo dos morros nos pequenos lagos e a intensidade de processos erosivos na porção dos solos próximos a base das encostas.

O Quadro 9 apresenta a descrição do relevo a partir da análise geomorfológica por sub-bacia de planejamento.

Quadro 9 - Tipos de relevo a partir da análise geomorfológica por sub-bacias em estudo

Descrição do Relevo (km²)	AG1	AG2	AG3	AG4	BG1	BG2	MG1	MG2	TOTAL GERAL
Relevo colinoso (predominam declividades de 3 a 6%)	116	157	0	51	-	-	57	43	425
Relevo convexizado	-	30	-	-	96	42	172	24	364
Relevo da encosta	54	42	-	-	1	-	108		205
Relevo de acumulação (predominam declividades de 3 a 12%)	5	-	-	69	-	-	-	87	161
Relevo de morros e cristas	-	-	-	-	-	13	-	18	30
Relevo de superfícies aplainadas	-	-	-	-	-	72	-	115	186
Relevo de terras baixas (predominam baixas declividades, inferiores a 1%)	81	102	59	8	56	84	64	184	638

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

2.5.2 Hidrogeologia

Com relação a Hidrogeologia de acordo com PRH-GRV afirma-se que os aquíferos são livres, facilmente explorados por poços rasos de baixo custo e com previsão de boas vazões, principalmente nos níveis arenosos e conglomeráticos, que apresentam condições regulares de drenagem e permeabilidade.

No entanto, devido ao lençol freático raso, este aquífero superficial é altamente vulnerável à contaminação por poluentes. A caracterização da hidrogeologia no PRH-GRV utilizou a classificação de domínios morfoestruturais e geoambientais, conforme apresentado a seguir.

Na região do domínio de Planície Lagunar, o lençol freático é subaflorante e largamente utilizado nas lavouras de arroz da região.

A planície lagunar, quando encharcada, comportava-se como o próprio reservatório de água superficial, porém, à medida que vai sendo drenada para o cultivo de arroz, passou a ser uma área de passagem da água proveniente das terras altas situadas ao norte.

Com relação aos depósitos coluvionares, considerando suas espessuras variáveis e heterogeneidade dos sedimentos, pode-se afirmar que o comportamento hidrogeológico destes depósitos não é uniforme, de forma que constituem aquíferos heterogêneos de pequena expressão, restritos aos níveis arenosos.

No domínio da Coxilha das Lombas a alta capacidade de transmissão e armazenamento de água apresentada pelo subsolo mostra boa potencialidade para o abastecimento público com água subterrânea, conforme evidenciado pelas boas vazões exibidas pelos poços da região.

As características hidrológicas exibidas pelos terrenos deste extenso cordão arenoso o torna um aquífero de importância regional, sendo considerado o melhor da região metropolitana.

Na região das Bordas do Planalto, o potencial hídrico nas áreas da Formação Serra Geral está restrito às fraturas (porosidade secundária), uma vez que a permeabilidade das rochas basálticas é nula.

O aquífero subterrâneo é alimentado principalmente pelas águas pluviais que atingem a superfície, através de infiltração pelas fraturas.

As águas apresentam boa qualidade. Há possibilidade de ótimos aquíferos em zonas intensa e favoravelmente diaclasadas (sills e diques), onde encontram-se muito boas vazões médias, de 5.000 a 10.000 litros/dias (METROPLAN, 1978).

Embora a potencialidade para água subterrânea seja boa nos arenitos da Formação Botucatu, as pequenas vazões apresentadas pelos poços na região abrangida por rochas não se mostram adequadas para o abastecimento público, comportando-se como um aquífero poroso com restrições, em função do arenito apresentar-se estruturalmente alçado, não exibindo condições geológicas ideais para armazenamento de água subterrânea, no entanto a água é de boa qualidade.

Na região do domínio de depressão central, quanto ao potencial hídrico, a Formação Botucatu apresenta aquíferos porosos com vazões de regular a mau rendimento (vazões de 1 a 5 m³/h), boa qualidade de água e poços com profundidades que variam de 50 a 150 metros.

Já nos aquíferos encontrados no Grupo Rosário do Sul, estes possuem águas de boa qualidade, profundidades de até 50 m e rendimento irregular, sendo nos níveis arenosos (vazões em torno de 20 m³/h) e fraco (5 m³/h) nos níveis argilosos.

Na Formação Estrada Nova, devido à sua natureza predominantemente argilosa, os aquíferos são pobres e irregulares, com poços de profundidades entre 80 e 200 m.

Na área inserida na Formação Rio Bonito a água é restrita aos níveis arenosos, apresenta rendimento irregular (vazões de até 10 m³/h) e boa qualidade quando não contaminada pelo carvão.

Na região do domínio do Escudo Sulriograndense a presença de água subterrânea está restrita a dois condicionantes: geológicos que são os aquíferos relacionados às zonas de fraturas nas rochas graníticas, geralmente fluoretada e com vazões relativamente baixas; e a água do aquífero livre, situada no manto de intemperismo (saibro), que apresenta vazões moderadas.

O Quadro 10 apresenta a área dos domínios geoambientais utilizados na classificação hidrogeológica por sub-bacia de planejamento.

Quadro 10 - Área dos domínios geoambientais nas sub-bacias em estudo

Domínios Geoambientais (km²)	AG1	AG2	AG3	AG4	BG1	BG2	MG1	MG2	TOTAL GERAL
Bacias e coberturas sedimentares	63	61			23	17	143	25	332
Bordas do planalto	58	41			1		100		200
Depressão Central	5	20			22	17	43	25	132
Depósitos sedimentares	192	271	608	127	130	112	259	330	1480
Cobertura coluvionar	83	147	0	24	72	52	150	10	538
Coxilha das Lombas	5			66				91	162
Planície aluvionar	30	31	15	6	59	60	73	108	381
Planície lagunar	74	93	44	31			36	121	400
Embasamento cristalino						82		115	198
Escudo Sul-Rio-Grandense						82		115	198
Total geral	256	332	60	127	153	211	402	470	2010

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

A Figura 17 apresenta o mapa com as sete unidades das formações hidrogeológicas da Bacia do Rio Gravataí.

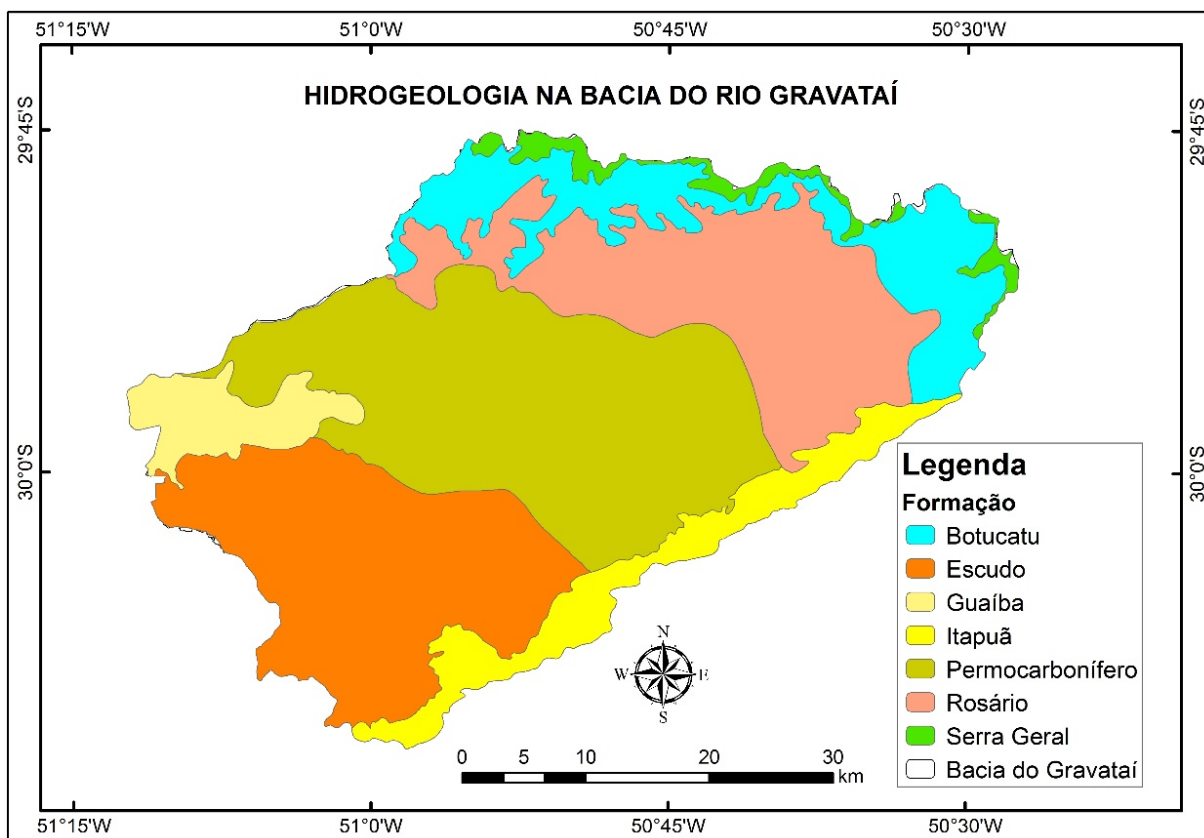


Figura 17 - Mapa Hidrogeológico da Bacia
 Arquivo de projeto: Hidrogeologia.mxd
 Camadas: hidrogeologia_grv.shp, bacia_grav.shp.

A Figura 18 apresenta a distribuição dos domínios morfoestruturais e geoambientais utilizados na caracterização hidrogeológica apresentada.

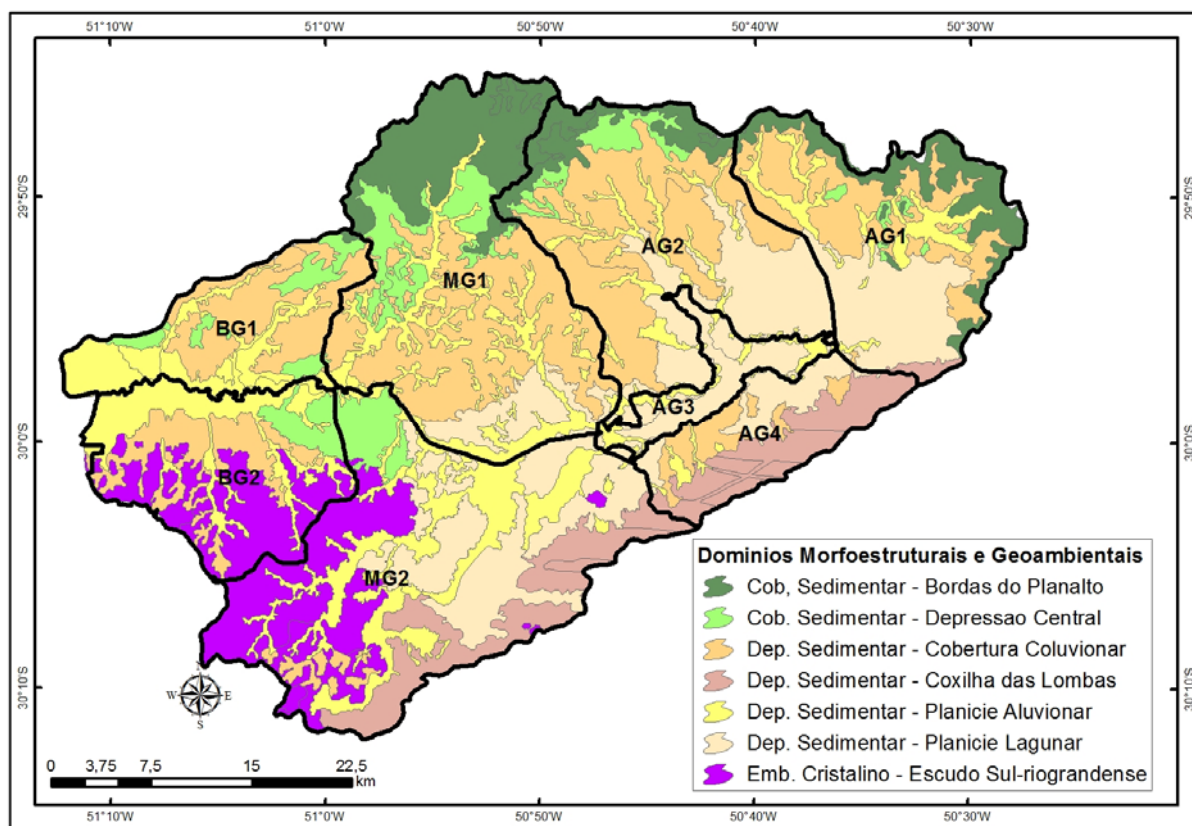


Figura 18 - Domínios morfoestruturais e geoambientais
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

2.5.3 Relevo e Pedologia

A Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí situa-se na borda nordeste do Escudo Sul-riograndense, entre o Planalto Meridional, a Depressão Periférica e a Planície Costeira.

As cotas mais baixas chegam a ser próximas ao nível do mar na calha do Rio Gravataí, que percorre a bacia no sentido leste-oeste e cuja planície varia de 8 a 20 km de largura. As cotas mais altas chegam próximas a 350 m, situadas no norte da bacia, na transição para a região da Serra Gaúcha.

Com relação ao tipo de solo da Bacia Hidrográfica do Gravataí, o Produto 5 – Base de Dados apresenta a distribuição dos diferentes tipos de solos em cada uma das sub-bacias, indicadores percentuais, quadros de distribuição e mapas pedológicos da sub-bacia.

Observa-se maior frequência na Bacia do Rio Gravataí, das unidades pedológicas de argissolo e planossolo. Os argissolos contemplam 55% da extensão total da bacia, estando distribuídos em todas as sub-bacias e ocupam significativa área urbana no Baixo Gravataí, principalmente em Porto Alegre, Alvorada e Viamão.

Os argissolos, em concordância com o PRH-GRV, caracterizam-se de maneira geral com boa drenagem, isso deve-se ao fato do comportamento típico desse solo, em função de partir da movimentação de argila dos horizontes superiores para os inferiores.

Deve-se observar que ocorrem exceções nesse comportamento, quando o horizonte B for muito argiloso, e o horizonte A tiver textura média à arenosa. Nesses casos específicos devem ocorrer problemas de drenagem. A Figura 19 apresenta as classes pedológicas da sub-bacia do Rio Gravataí.

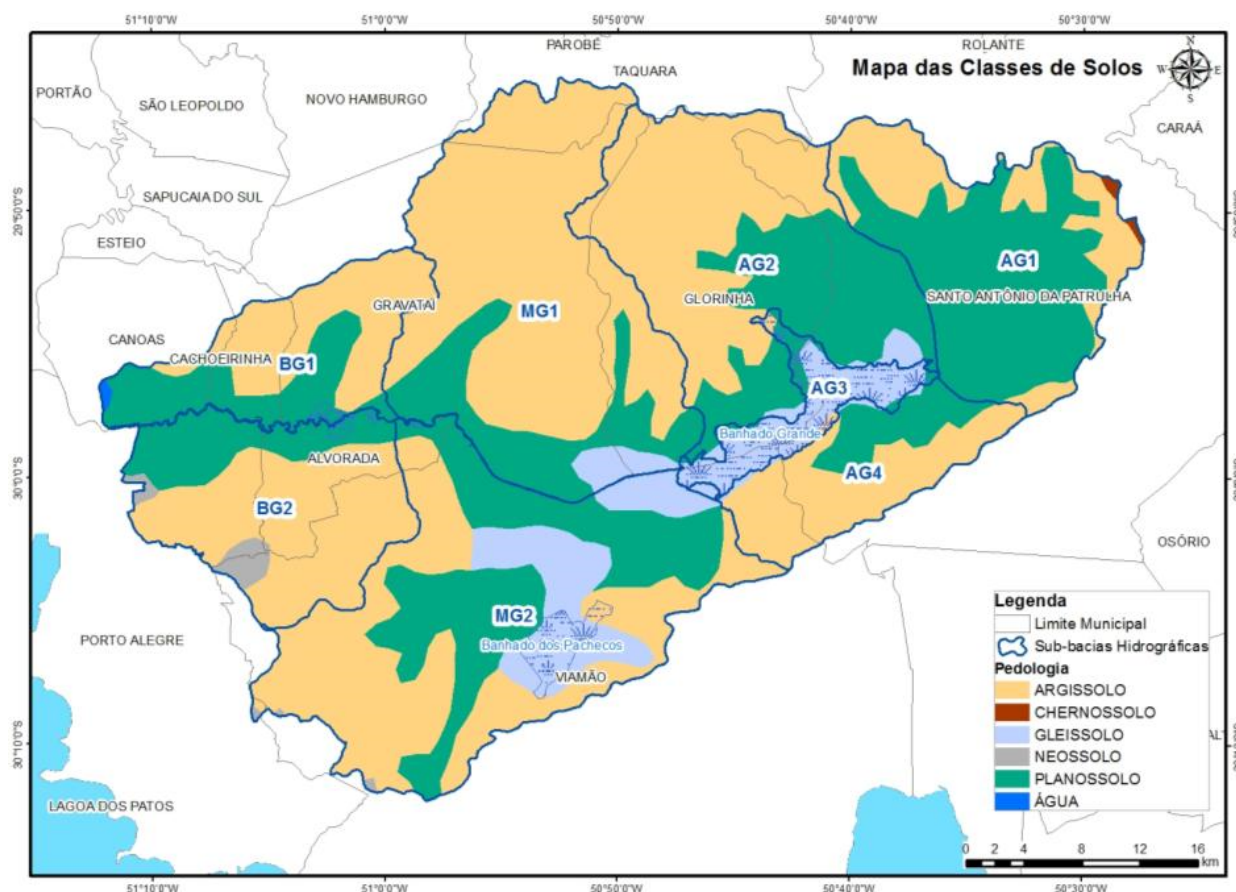


Figura 19 - Mapa das classes pedológicas das sub-bacias do Rio Gravataí
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

O planossolo é a segunda unidade pedológica mais frequente na Bacia do Rio Gravataí, com maior ocorrência nas áreas ribeirinhas que possuem relevo plano ou levemente ondulado.

Esses solos tendem ser mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, de textura mais leve, que contrasta com o horizonte B, onde ocorre uma rápida transição para uma acentuada concentração de argila, com permeabilidade lenta ou muita lenta.

Devido a essa baixa permeabilidade, a ocorrência desse tipo de solo na planície de inundação do Rio Gravataí amplia as consequências dos eventos de enchentes.

Os demais tipos de solos são pouco expressivos na Bacia do Rio Gravataí, correspondendo 9%, sendo eles: gleissolo, neossolo e chernossolo.

Apesar de contemplar apenas 8% da Bacia, o gleissolo ocupa a região de banhados (Banhado Grande e Banhado dos Pachecos) e é uma das características físicas mais determinantes para a existência dos mesmos.

Esses solos são permanentes ou periodicamente saturados por água. Essa saturação só não ocorre quando são artificialmente drenados, fato esse que ocorreu com a retificação do Rio Gravataí e a implantação da rede de canais do DNOS na região que originalmente era também ocupada pelo Banhado Grande.

Nesse tipo de solo, a água pode se elevar por ascensão capilar, atingindo a superfície, o que caracteriza um efeito natural de “esponja”. Esse efeito é desejável para melhorar as condições de laminação nas vazões de projeto, ou seja, é favorável para reduzir o efeito de enchentes em áreas a jusante.

Sendo mal drenados, em condições naturais apresentam diversas sequências de horizontes e cores que vão desde cinzentas até pretas, com espessura normalmente entre 10 e 50 cm e teores médios a altos de carbono orgânico. Essas características tornam o solo fértil para culturas de inundação. Isso justifica o forte interesse no cultivo de arroz na área dos banhados. Os neossolos e chernossolos correspondem a insignificantes áreas na Bacia do Rio Gravataí, não representando nem 1%.

O Quadro 11 apresenta a classificação pedológica por sub-bacia de planejamento, visando a subsidiar a modelagem matemática na próxima etapa de desenvolvimento do presente estudo.

Quadro 11 - Classes de Solos nas sub-bacias em estudo

TIPOS DE SOLO (km ²)	AG1	AG2	AG3	AG4	BG1	BG2	MG1	MG2	TOTAL GERAL
ARGISSOLO	77	192	3	88	87	145	302	218	1112
CHERNOSSOLO	2	-	-	-	-	-	-	-	2
GLEISSOLO	-	9	47	4			13	87	162
LAGUNA DOS PATOS	-	-	-	-	1	-	-	-	1
NEOSSOLO	-	-	-	-	-	11	-	1	13
PLANOSSOLO	177	130	9	34	65	54	87	164	721

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

2.5.4 Fisiografia das Sub-bacias

Apresenta-se a seguir a atualização e compatibilização cartográfica das bacias e sub-bacias hidrográficas do Gravataí, conforme metodologia apresentada no Produto 5 – Base de Dados.

Adotando-se os dados fisiográficos gerados nesse estudo, tais como elevação do terreno, desnível geométrico, área, comprimento dos cursos d'água, comprimento do talvegue principal, foram obtidas as densidades de drenagem e os tempos de concentração (Tc) para cada uma das sub-bacias, conforme apresentado no Quadro 12 a seguir:

Quadro 12 - Alguns dados fisiográficos das sub-bacias do Rio Gravataí

SUB-BACIA	COTA DE JUSANTE (m)	COTA MONTANTE (m)	DESNÍVEL (m)	ÁREA (km²)	COMPRIMENTO TODOS CURSOS D'ÁGUA (km)	COMPRIMENTO TALVEGUE PRINCIPAL (km)	DENSIDADE DE DRENAGEM (km/km²)	TC (h)
AG1	5	112	107	258,2	250,6	22,5	1,3	5,7
AG2	5	255	250	331,8	236,5	26,0	0,7	4,9
AG3	-	-	-	59,6	-	-	-	-
AG4	0	84	84	127,0	120,8	10,6	1,3	2,6
MG1	4	206	202	402,6	573,2	40,1	1,4	8,7
MG2	3	101	98	470,1	739,0	30,8	1,6	8,5
BG1	0	125	125	154,8	126,8	18,7	0,8	4,3
BG2	0	108	109	211,4	337,4	16,2	1,6	3,9

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Na Figura 20 pode-se observar a densidade de drenagem e os cursos d'água utilizados para o cálculo do tempo de concentração em cada sub- Bacia.

Observa-se que os valores altos para os tempos de concentração no Médio Gravataí, quando combinados com tempos de concentração mais baixos para o Alto Gravataí, agravam a condição de enchentes para uma determinada chuva na região do Baixo Gravataí.

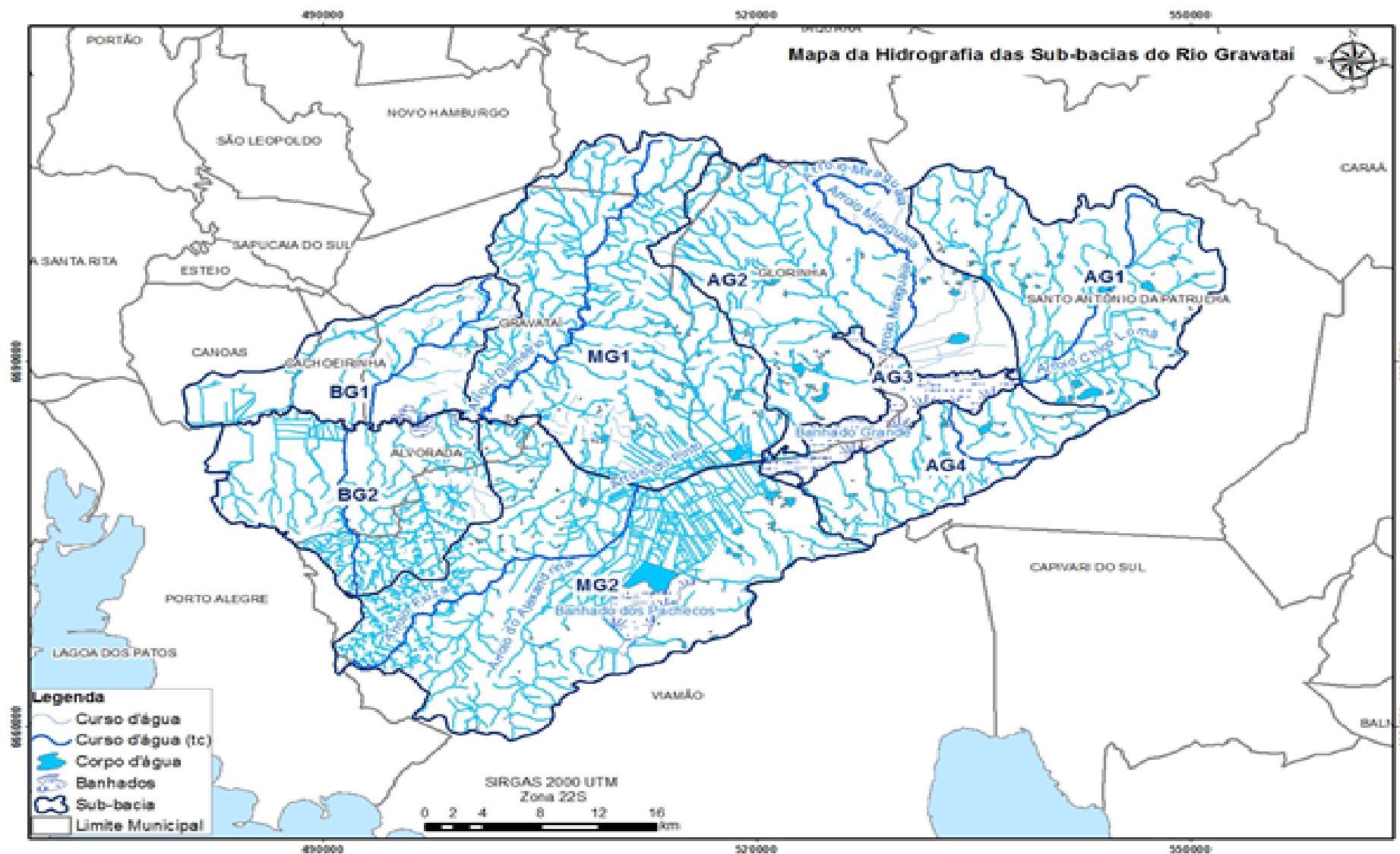


Figura 20 - Hidrografia das sub-bacias
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

2.5.5 Usos e Ocupação Atual do Solo na Bacia

A cobertura do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, de acordo com a Figura 21, mostra que as classes de uso e ocupação identificadas na bacia são: campo (50,81%), lavoura (19,98%), mata (11,12%), área urbana (7,65%), banhado (3,96%), água (2,04%), campo úmido (1,06%), solo descoberto (2,43%) e reflorestamento (0,89%).

Pode-se ainda identificar que no trecho do Baixo Gravataí, ocorre predomínio de áreas urbanas, lavouras e campos úmidos, enquanto que no Médio Gravataí predominam as lavouras, matas, campo e banhado.

Já no Alto Gravataí, na região do Banhado Grande predominam os campos, lavouras e a própria área do Banhado Grande, e no Alto Gravataí-Formadores ocorre predomínio das lavouras e do campo.

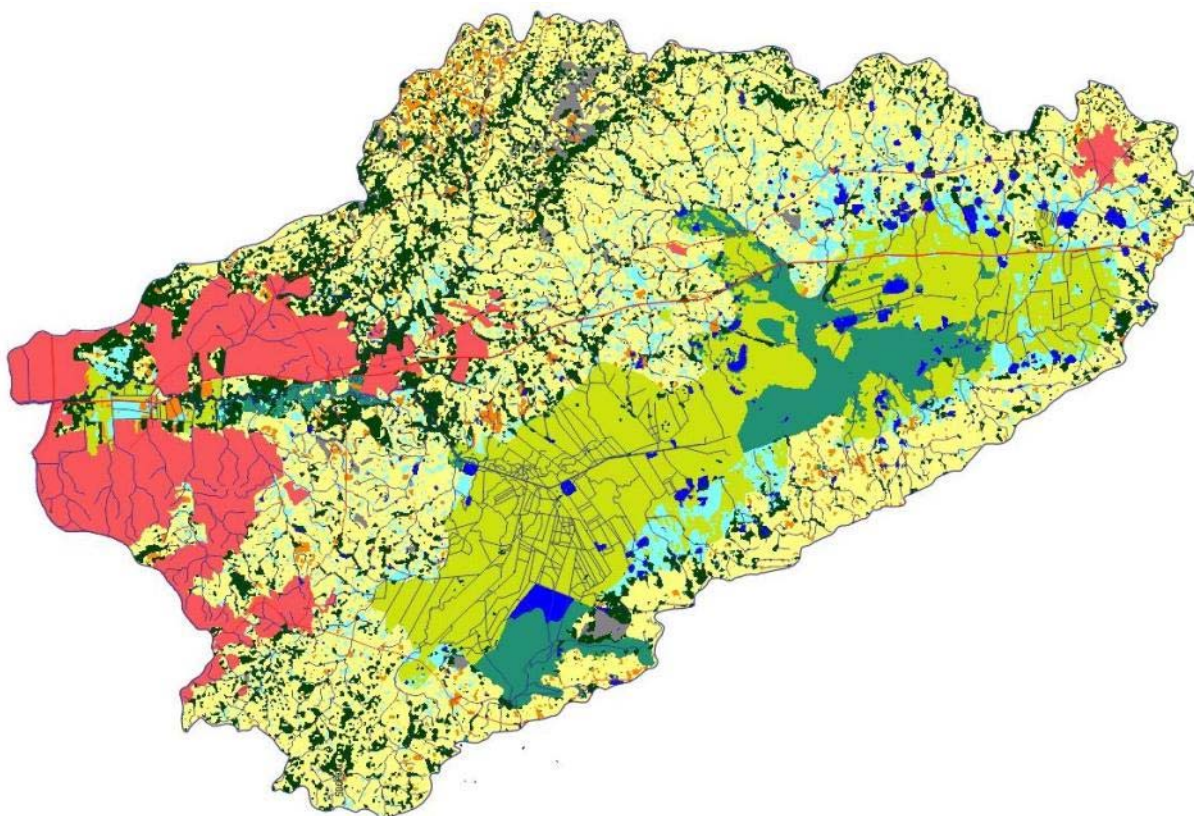


Figura 21 - Uso do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí
(Fonte: PRH-GRV)

Da área total da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, 80,37% é considerada área protegida. Com relação ao uso e ocupação do solo nestas áreas, identifica-se ainda na Figura 21 a presença de lavouras, solo descoberto e áreas urbanas (ambientes antropizados), principalmente nas áreas onde estão inseridas a Área de Proteção Ambiental (APA) do Banhado Grande e o Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos.

As áreas de espelhos de água incluem os açudes e barragens utilizados basicamente para irrigação de lavouras, sendo ainda incluídas nessa classe as áreas de banhado em que a água aflora à superfície.

As regiões de campos dividem-se em campos e campos úmidos. Nos campos incluem-se as áreas em que houve a remoção da cobertura arbórea original e os campos da Coxilha das Lombas, locais de solo raso e arenoso.

Cabe salientar que em decorrência das limitações associadas às resoluções espacial e espectral do sensor utilizado nessa interpretação de imagem em 2008, muitas áreas de cultivo agrícola da bacia foram incorporadas a esta classe de simples campos.

Nos campos úmidos são mostradas as áreas em que se abrigam os locais cobertos por vegetação herbácea acompanhada por um substrato com maior teor de umidade.

Esses locais estão associados a áreas baixas e ao encontro de corpos d'água, em que a vegetação que neles ocorre é geralmente de porte rasteiro, com a presença de espécies típicas de banhado.

As regiões de banhado, caracterizam-se por vegetação paludosa encontrada majoritariamente na Planície Lagunar, destacando-se os banhados do Chico Lomã, Banhado Grande e Banhado dos Pachecos.

Essas regiões de banhados também ocorrem nas várzeas do Rio Gravataí e junto às áreas conurbadas da região metropolitana de Porto Alegre.

Nas matas há vegetação arbustiva e arbórea presente na bacia, desde as matas paludosas encontradas na Planície Lagunar até as matas das áreas íngremes da Encosta do Planalto.

Observa-se que as regiões de matas se apresentam em unidades de paisagem com predominância de pequenas propriedades, nas quais muitas vezes se verifica o cultivo de essências exóticas associadas à mata nativa.

As áreas indicadas como sendo de reflorestamento, abrigam plantios uniformes de essências exóticas como pinus, eucalipto e acácia.

As áreas de lavouras de arroz localizam-se em regiões da Planície Lagunar, com uso extensivo a essas culturas, sendo a imagem utilizada da época de plantio e início do desenvolvimento da planta.

Foram agrupadas na mesma classe todas as fases da lavoura e também áreas recentemente em pousio.

As áreas indicadas como solo descoberto, incluem áreas preparadas para o cultivo agrícola, jazidas, áreas de empréstimo de solo e algumas áreas com afloramentos rochosos, como por exemplo no Morro Grande de Santo Antônio da Patrulha.

Por último, tem-se as áreas urbanas, que incluem porções das cidades de Porto Alegre, Canoas e Viamão, além de Alvorada, Gravataí, Cachoeirinha, Glorinha e Santo Antônio da Patrulha.

A Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí localiza-se fitogeograficamente, parte no Bioma Mata Atlântica (25% da área da bacia, especialmente na Encosta do Planalto) e parte no Bioma Pampa (75% da área), e a vegetação natural é caracterizada pela presença de Floresta Estacional Semidecidual, além de Áreas de Tensão Ecológica.

A foz dos rios Gravataí, Sinos e Caí que se unem ao rio Jacuí, desaguando no Lago Guaíba, formam o Delta do Jacuí, constituindo em uma das mais expressivas áreas naturais da região metropolitana de Porto Alegre.

De acordo com SOUZA (2008)², a bacia apresenta como peculiaridade uma grande extensão de banhados (Complexo do Banhado Grande, formado pelos banhados Grande e dos Pachecos) e áreas inundáveis localizadas em uma porção de terras baixas, limitada pela Coxilha das Lombas e a encosta da Serra.

Já CARVALHO e OZÓRIO, (2007)³ frisam que as áreas úmidas compreendem vários ecossistemas, dos quais os banhados são locais estratégicos de conservação, devido à sua alta diversidade biológica e produtividade que resultam das relações estabelecidas entre a água, solo, vegetação e fauna.

Dentre as inúmeras importâncias aplicadas a este sistema está o armazenamento de água, controle de grandes inundações, recarga de aquíferos subterrâneos, purificação da água e estabilidade climática; além de proporcionarem condições favoráveis à produção de peixes e à agricultura.

O Banhado Grande (Alto Gravataí) e dos Pachecos (Médio Gravataí) são alimentados por águas provenientes de pequenos rios e arroios que drenam as partes altas da bacia (além das precipitações diretas) e atuam como reservatórios naturais reguladores das vazões ocorrentes no Rio Gravataí.

De acordo com o PRH-GRV, Oliveira et al. (2005), em estudo de levantamento florístico de fragmentos florestais na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, em que analisou 10 fragmentos florestais, registrou a ocorrência de 249 espécies, distribuídas em 70 famílias e 164 gêneros.

A maior parte dos remanescentes de vegetação arbórea nativa (Mata Atlântica), encontra-se nas encostas (em especial nos patamares da Serra Geral e algumas escarpas abruptas na Encosta do Planalto) e nos fundos dos vales, locais com dificuldade de acesso e/ou baixa aptidão agrícola, concentrando-se no alto e médio Gravataí.

Fragmentos de mata paludosa podem ser encontrados no Alto Gravataí (junto ao bordo do banhado Chico Lomã e Sanga da Porteira), e assim como todos os fragmentos desse tipo de floresta situados na Planície Lagunar, se constituem os últimos e escassos remanescentes da Floresta Estacional Semidecidual submetidos à influência fluvial permanente na bacia.

² Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Gravataí (PRH-GRV p.61)

³ Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Gravataí (PRH-GRV p.61)

A vegetação desempenha papel fundamental na proteção dos cursos d'água e do solo, em especial as matas ciliares.

Grande parte das florestas ciliares da bacia apresenta certo grau de influência antrópica, onde ações de recuperação, visando restabelecer tanto a estrutura desses remanescentes e, principalmente, seu papel na melhoria das condições dos recursos hídricos e do solo são necessárias e, em alguns casos, urgentes (OLIVEIRA et al., 2005).

O Quadro 13 apresenta a classificação dos usos do solo na bacia do Rio Gravataí, conforme estudo "Mapeamento da cobertura vegetal do Bioma Pampa: Ano-base 2009", publicado pelo Centro de Ecologia da UFRGS em 2016.

Quadro 13 - Usos do solo nas sub-bacias unidades de planejamento do PRH-GRV

USO DO SOLO	AG1		AG2		AG3		AG4		BG1		BG2		MG1		MG2		TOTAL GERAL	
	(km²)	(%)	(km²)	(%)	(km²)	(%)	(km²)	(%)	(km²)	(%)	(km²)	(%)	(km²)	(%)	(km²)	(%)	(km²)	(%)
Bioma Mata Atlântica	93,2	4,6%	175,2	8,7%	-	-	-	-	-	-	-	-	182,8	9,1%	-	-	451,2	22,4%
Agricultura seco	1,6	0,1%	1,0	0,0%	-	-	0,7	0,0%	1,4	0,1%	3,3	0,2%	7,2	0,4%	8,8	0,4%	24,0	1,2%
Água	7,4	0,4%	7,4	0,4%	1,3	0,1%	3,0	0,2%	0,3	0,0%	0,5	0,0%	4,8	0,2%	8,0	0,4%	32,7	1,6%
Banhado	4,1	0,2%	5,9	0,3%	40,5	2,0%	2,2	0,1%	6,4	0,3%	6,0	0,3%	4,5	0,2%	28,9	1,4%	98,6	4,9%
Campo + mata + afloramento	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,0%	3,5	0,2%	0,2	0,0%	3,6	0,2%	7,6	0,4%
Campo degradado	61,5	3,1%	67,6	3,4%	5,1	0,3%	38,7	1,9%	5,8	0,3%	27,2	1,4%	38,5	1,9%	87,0	4,3%	331,4	16,4%
Campo seco	-	-	-	-	-	-	42,7	2,1%	-	-	0,6	0,0%	0,2	0,0%	17,0	0,8%	60,5	3,0%
Campo úmido	1,6	0,1%	0,2	0,0%	-	-	1,7	0,1%	-	-	5,2	0,3%	5,4	0,3%	14,3	0,7%	28,4	1,4%
Mata com até 30% de antrópico	-	-	0,5	0,0%	-	-	1,8	0,1%	6,9	0,3%	4,6	0,2%	8,2	0,4%	14,3	0,7%	36,2	1,8%
Mata com até 50% de antrópico	-	-	0,2	0,0%	-	-	2,8	0,1%	6,2	0,3%	5,0	0,3%	6,2	0,3%	14,8	0,7%	35,3	1,8%
Mata nativa	2,0	0,1%	1,3	0,1%	0,0	0,0%	3,3	0,2%	2,2	0,1%	10,2	0,5%	13,5	0,7%	32,2	1,6%	64,7	3,2%
Mineração	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,0%	-	-	0,2	0,0%	0,3	0,0%
Misto	49,4	2,5%	27,3	1,4%	-	0,0%	18,6	0,9%	41,5	2,1%	25,8	1,3%	78,8	3,9%	133,9	6,6%	375,2	18,6%
Rizicultura	33,9	1,7%	44,1	2,2%	12,7	0,6%	9,7	0,5%	0,5	0,0%	4,4	0,2%	27,4	1,4%	80,8	4,0%	213,5	10,6%
Silvicultura	0,4	0,0%	0,2	0,0%	-	-	1,8	0,1%	5,6	0,3%	2,9	0,1%	3,2	0,2%	4,0	0,2%	18,0	0,9%
Urbano	3,0	0,2%	1,0	0,0%	-	-	-	-	77,7	3,9%	112,1	5,6%	21,9	1,1%	22,3	1,1%	238,0	11,8%

Obs.: Valores obtidos com base na imagem de satélite 2009,

Valores das áreas em km² e o percentual apresentado em relação à área total da bacia do Rio Gravataí.

A primeira linha apresenta os valores para o Bioma Mata Atlântica, enquanto que os demais usos se referem ao Bioma Pampa, ambos localizados na bacia do Rio Gravataí.

(Fonte: Adaptado de UFRGS-IB-Centro de Ecologia/2016 - Ano Base 2009)

2.5.6 Áreas de Interesse Ambiental

O SIG do [PRH-GRV] disponibilizou a camada de Unidades de Conservação (UC) em formato shapefile, que foi complementada agregando-se outras áreas de conservação.

A Figura 22 espacializa as UC encontradas na área da Bacia. A Área de Proteção Ambiental – APA do Banhado Grande, criada em 1998, é a maior unidade, com 1322 km², abrangendo mais da metade da área da Bacia.

A APA do Banhado Grande ainda não possui Plano de Manejo. Dessa forma, de acordo com a Portaria SEMA 31, de 19/3/2015, fica previamente autorizado o licenciamento ambiental no raio de 10 km da APA do Banhado Grande para qualquer empreendimento, com exceção daqueles sujeitos a EIA/RIMA.

Inserido na APA está o Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos (RVSBP), criado em 2002, com área de 26 km². A mesma Portaria da SEMA indica necessidade de licenciamento de mineração a 10 km do limite desse Refúgio, desde que dentro da Bacia do Gravataí. O RVSBP localiza-se em uma área cedida pelo INCRA para a SEMA.

No restante da área do INCRA, e portanto, vizinho do Refúgio, está estabelecido o Assentamento Filhos de Sepé, onde pratica-se a rizicultura orgânica.

Outra área que merece destaque é a Reserva Ecológica do Banhado Grande. Trata-se de uma área de aproximadamente 20 km² criada pela Lei Municipal 65/1981 do município de Gravataí.

Na área do município de Cachoeirinha, encontra-se o Parque Municipal Doutor Tancredo Neves, com área de 0,2 km².

Cabe observar que há também na área da bacia uma parte da APA do Guajuviras nos municípios de Canoas e Cachoeirinha, e uma parte muito pequena da APA do Delta do Jacuí, no município de Porto Alegre.

A Área de Proteção Ambiental - APA Guajuviras, situada no Município de Canoas, com área aproximada de 558,4580 há (sendo 186 há dentro da Bacia do Gravataí), foi criada através do Decreto Municipal nº 80, de 08 de outubro de 2010, compreendendo a área doada pelo Governo do Estado do Rio Grande do Sul através da Lei 10.427 de 10/07/95.

O processo histórico de criação e implementação da APA do Delta do Jacuí, remete a um marco que foi a criação do Parque Estadual Delta do Jacuí, realizada pelo Decreto Estadual 24.385 de 1976. Conforme Lei N° 12.371/05, a Área de Proteção Ambiental Estadual Delta do Jacuí está localizada na Região Metropolitana de Porto Alegre e engloba parte dos municípios de Porto Alegre, Canoas, Nova Santa Rita, Triunfo, Charqueadas e Eldorado do Sul, totalizando uma superfície de 22.826,39 ha.

Dentro de seus limites encontra-se o Parque Estadual Delta do Jacuí que ocupa uma área de 14.242,05 ha. Toda a área da APA Delta do Jacuí constitui uma região de relevo plano cujas elevações em média oscilam entre 4 e 7 metros, chegando a valores máximos de 19 metros, encontrados ao norte do rio Jacuí e de 12 metros, na Ilha das Flores.

Ainda, há três reservas particulares do patrimônio natural: Sananduva, Farroupilha e Delmar, todas no município de Viamão.

Todas estas unidades, por serem muito pequenas, são visualizadas apenas em janela de detalhe no mapa de unidades de conservação da bacia.

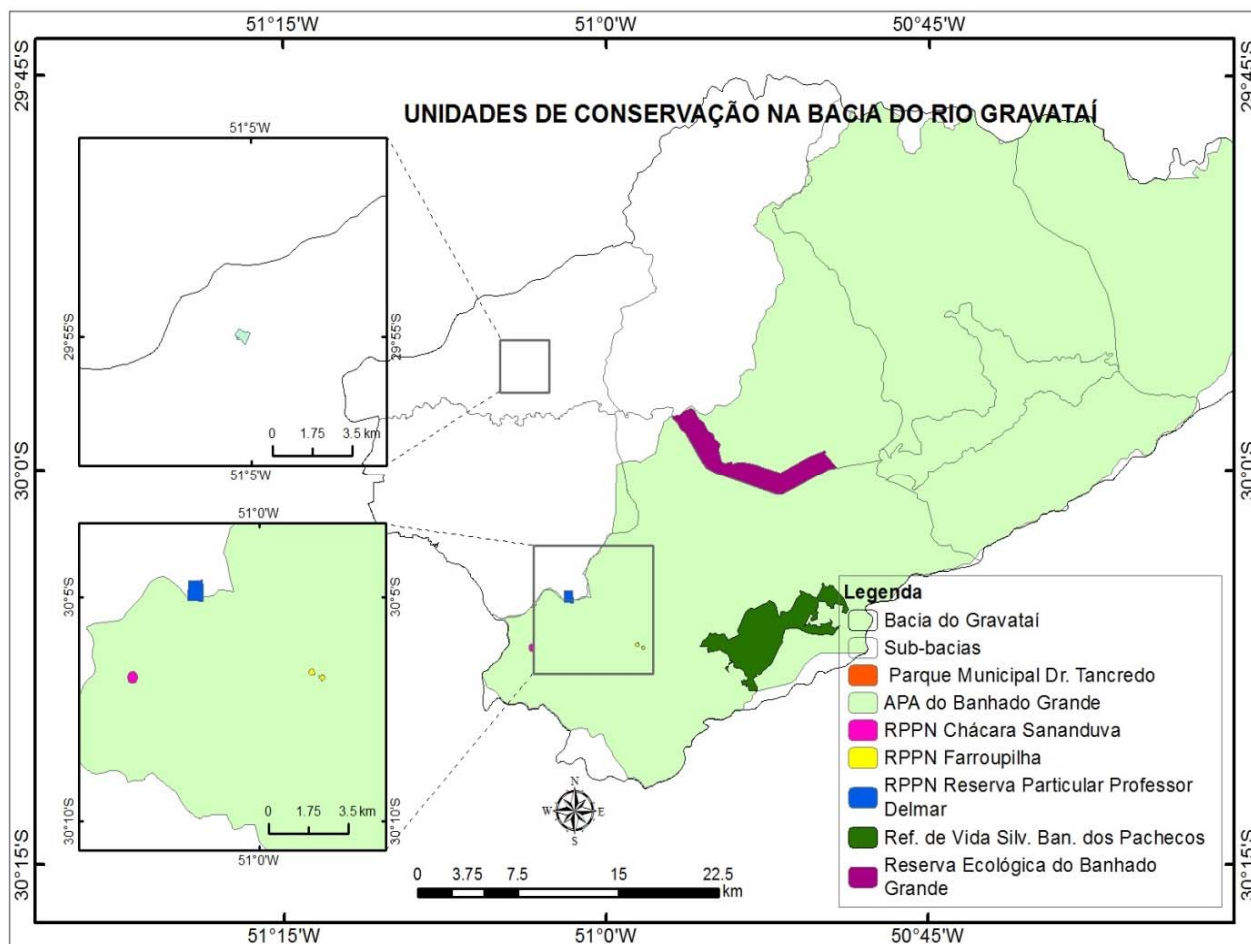


Figura 22 - Mapa de Unidades de Conservação na bacia do Rio Gravataí

Arquivo de projeto: Unidades_conservacao.mxd

Principais camadas: unidades_conservacao_grv, bacia_grav.shp.shp, sub_bacias_grv.shp.

O Quadro 14 apresenta a distribuição de áreas das unidades de conservação por sub-bacias. Percebe-se que a APA do Banhado Grande está distribuída principalmente nas sub-bacias do Alto e Médio Gravataí.

Quadro 14 - Cálculo de áreas de unidades de conservação nas sub-bacias do Gravataí

Unidade de Conservação	Sub-bacia	Área na sub-bacia (km²)	Área Total (km²)	% por sub-bacia
APA do Banhado Grande	AG1	236,83	1.318,44	18,0%
	AG2	317,78		24,1%
	AG3	59,64		4,5%
	AG4	124,02		9,4%
	BG2	6,19		0,5%
	MG1	162,82		12,3%
	MG2	411,16		31,2%
Área de Proteção Ambiental Delta do Jacuí	BG1	0,16	0,16	100,0%
Parque Municipal Dr. Tancredo Neves	BG1	0,22	0,22	100,0%
Ref. de Vida Silv. Ban. dos Pachecos	MG2	26,03	26,03	100,0%
Reserva Ecológica do Banhado Grande	MG1	19,48	19,99	97,4%
	MG2	0,51		2,6%
RPPN Chácara Sananduva	MG2	0,17	0,17	100,0%
RPPN Farroupilha	MG2	0,10	0,10	100,0%
RPPN Reserva Particular Professor Delmar	BG2	0,42	0,57	73,7%
	MG2	0,15		26,3%

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio Gravataí)

Como estão localizados no extremo oeste da Região do Litoral Médio, o Banhado dos Pachecos e o Banhado Grande foram incluídos nas bases geográficas do projeto de Zoneamento Ecológico e Econômico do Litoral Médio, executado pela SEMA com recursos do Projeto RS Biodiversidade.

Uma camada de particular interesse desse zoneamento trata da delimitação desses banhados e do corredor ecológico formado entre eles, apresentada na Figura 23.

Esse corredor é de extrema importância para manutenção da biodiversidade na região, e de modo particular a de espécies ameaçadas, como o Cervo do Pantanal (*Blastocerus dichotomus*), encontrado principalmente no RVSBP.

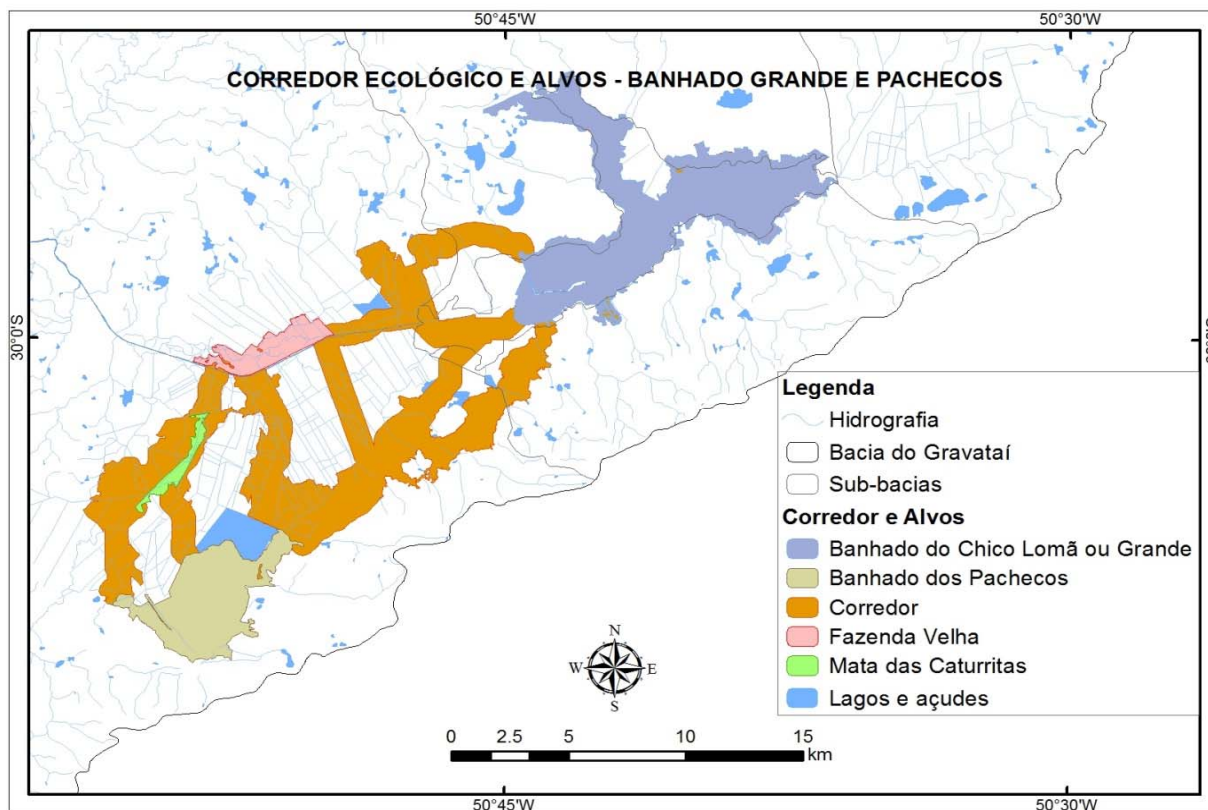


Figura 23 - Mapa de corredor ecológico e alvos entre Banhado Grande e dos Pachecos

Arquivo de projeto: Corredor_Ecologico.mxd

Principais camadas: Corredores_Banhados_ZEELM.shp, bacia_grav.shp.shp, sub_bacias_grv.shp, hidrografia_ln.shp, hidrografia_pol.shp.

O Quadro 15 apresenta a distribuição das áreas definidas no ZEELM nas sub-bacias. Percebe-se que o Corredor Ecológico de fato interliga 5 sub-bacias do Médio e Alto Gravataí.

Quadro 15 - Cálculo de áreas definidas no ZEELM para as sub-bacias da Bacia do Gravataí

Área definida no ZEELM	Sub-bacia	Área na sub-bacia (ha)	Área Total (ha)	% por sub-bacia
Corredor	AG2	385	9.001	4%
	AG3	576		6%
	AG4	563		6%
	MG1	1.108		12%
	MG2	6.368		71%
Fazenda Velha	MG1	590	590	100%
Banhado Grande ou do Chico Lomã	AG2	774	5.187	15%
	AG3	4.173		80%
	AG4	239		5%
Banhado dos Pachecos	MG2	1.950	1.950	100%
Mata das Caturritas	MG2	193	193	100%

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio Gravataí)

Outra informação complementar sobre áreas de interesse ambiental são as áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade, que estão presentes no SIG da Bacia.

O [PRH-GRV] destacou o trabalho de atualização das áreas prioritárias do Bioma Pampa que recaem na Bacia do Gravataí que foram definidos pela Portaria MMA nº 9/2007.

Destacam-se a atribuição tanto de importância quanto prioridade "Extremamente Alta" para o Corredor entre o Banhado Grande e dos Pachecos, e para o Refúgio de Vida Silvestre o Banhado dos Pachecos.

As áreas prioritárias para conservação inseridas, parcial ou totalmente, na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí podem ser visualizadas na Figura 24.

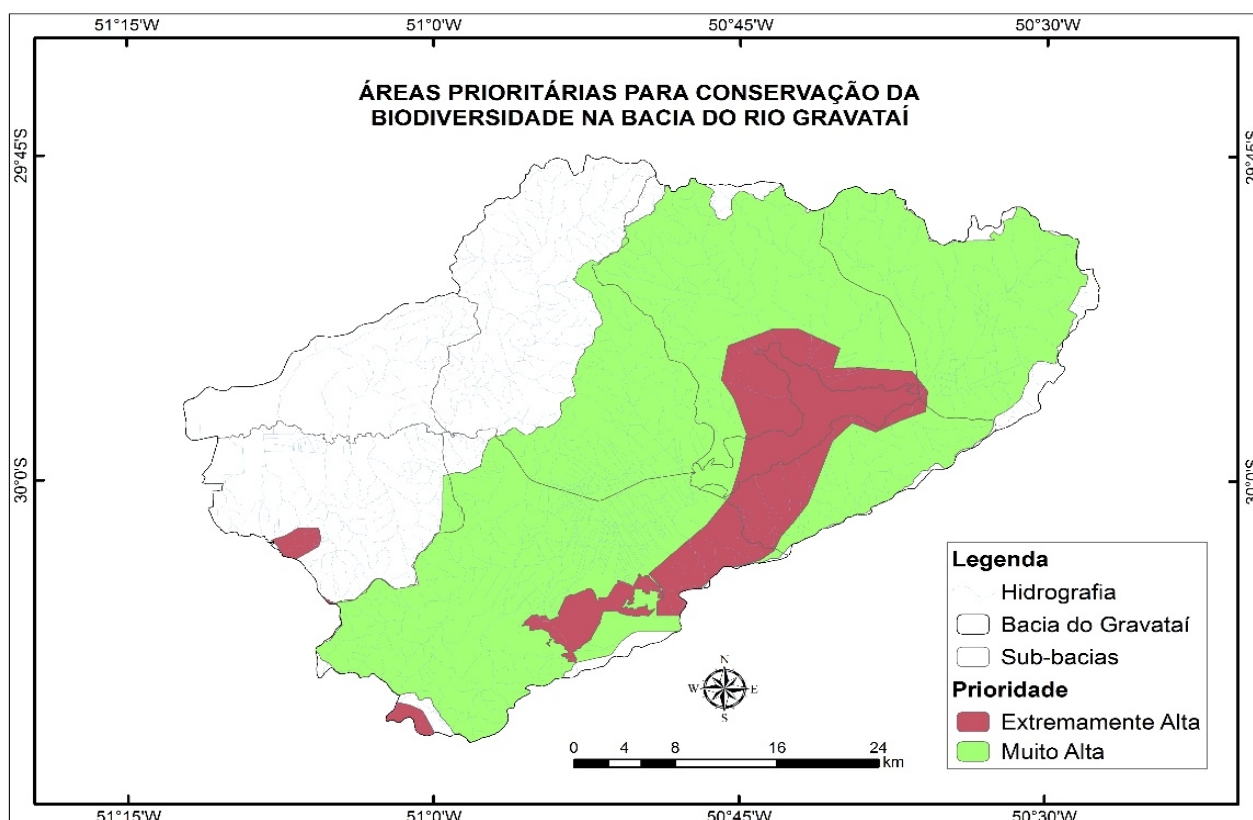


Figura 24 - Áreas prioritárias para Conservação da Biodiversidade na Bacia do Rio Gravataí
Arquivo de projeto: Areas_prioritarias.mxd
Principais camadas: areas_prioritarias_grv.shp, sub_bacia_grav.shp, bacia_grav.shp.shp.

Os dados de Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA) também estão disponíveis no SIG da Bacia e são complementares às informações de Áreas de Interesse Ambiental.

A RBMA abrange 17 estados brasileiros e apresenta funções como:

- A conservação da biodiversidade e dos demais atributos naturais da Mata Atlântica incluindo a paisagem e os recursos hídricos;
- O fomento ao desenvolvimento econômico que seja social, cultural e ecologicamente sustentável (<http://www.rbma.org.br>).

A fim de cumprir suas funções, as Reservas da Biosfera estabelecem zoneamento de seu território composto por três áreas:

- Zonas de Amortecimento – estabelecidas no entorno das zonas núcleo, ou entre elas, tem por objetivos minimizar os impactos negativos sobre estes núcleos e promover a qualidade de vida das populações da área, especialmente as comunidades tradicionais.
- Zonas de Transição - sem limites rigidamente definidos, envolvem as zonas de amortecimento e núcleo. Destinam-se prioritariamente ao monitoramento, à educação ambiental e à integração da Reserva com o seu entorno, onde predominam áreas urbanas, agrícolas e industriais.
- Zonas Núcleo – sua função é a proteção da biodiversidade. Correspondem basicamente às Unidades de Conservação de proteção integral como Parques e Estações Ecológicas.

De acordo com o [PRH-GRV] a Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí está inserida nas 3 zonas delimitadas, ocupando aproximadamente 72,65% da bacia. A maior contribuição é da Zona de Amortecimento (Figura 25).



Figura 25 - Reserva da Biosfera da Mata Atlântica na Bacia

Arquivo de projeto: Reserva_biosfera.mxd

Camadas: reserva_biosfera_grv.shp, hidrografia_ln.shp, sub_bacia_grav.shp, bacia_grav.shp.shp.

No capítulo 8 está desenvolvido o tema da avaliação dos impactos ambientais.

2.5.7 Áreas de Interesse Ambiental conforme Plano Diretor Municipal

Através da leitura dos planos diretores municipais identificou-se a delimitação de áreas de interesse social, ambiental e institucional.

A Figura 26 apresenta um mapa com uma seleção de camadas provenientes dos planos diretores municipais e do Plano de Saneamento de Gravataí. O conteúdo desse mapa é descrito a seguir.

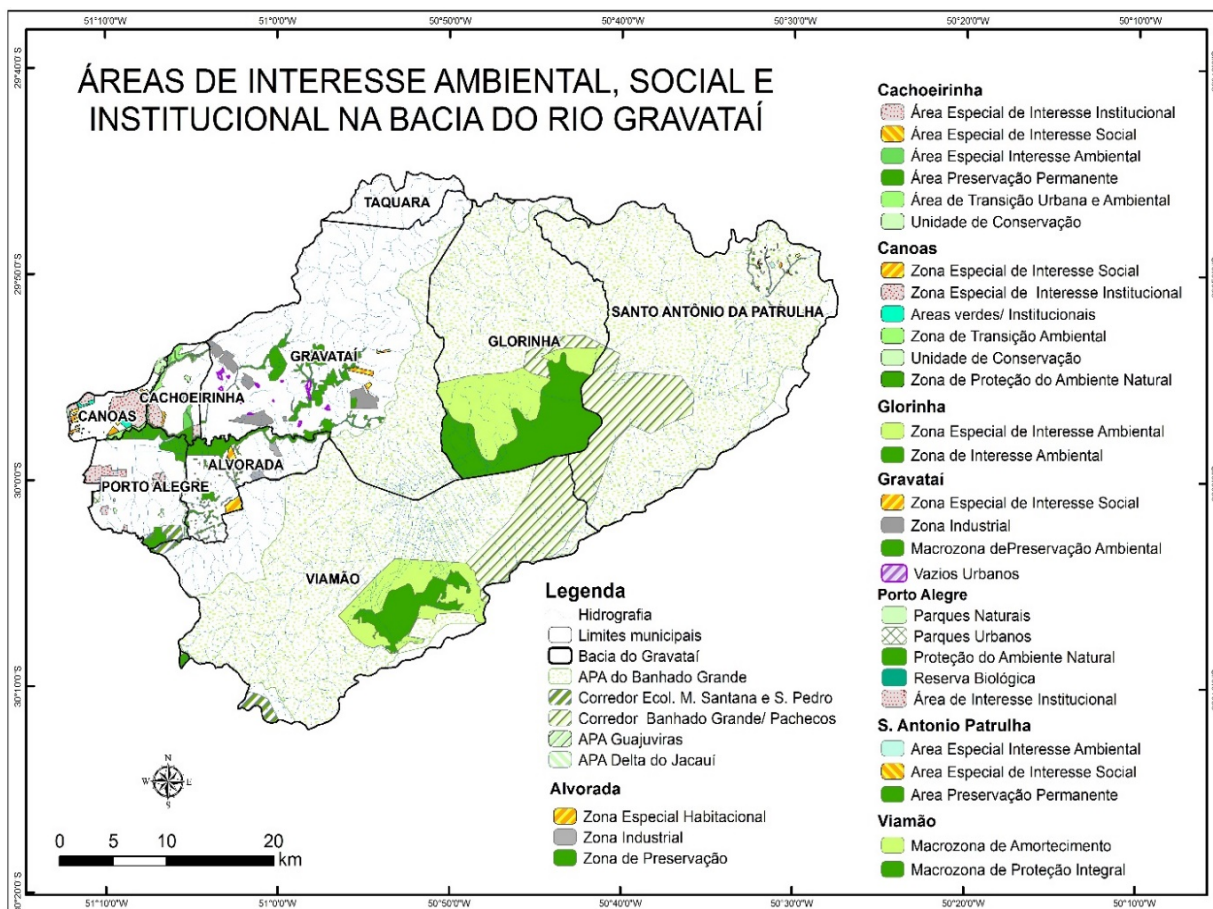


Figura 26 - Áreas de Interesse Ambiental, Social e Institucional

Arquivo de projeto: PD_GRV_Zoneam_areas_interesse.mxd

Principais camadas: bacia_grav.shp.shp, zonas_poa.shp, zonas_viamao.shp, Sto_Antonio_zonas.shp, Zonas_Gravatai.shp, zonas_glorinha.shp, zonas_cachoeirinha.shp, Zonas_canoas.shp, zonas_alvorada.shp, vazio_urb_mun_gravatai.shp, MUN_BAC_GRV.shp

Nas áreas de interesse institucional existe a possibilidade de implantação de equipamentos urbanos de grande porte. Estas áreas podem servir para implantação de sistemas de detenção, retenção ou retardamento do escoamento.

Os municípios que delimitam área de interesse institucional na bacia são: Canoas, Cachoeirinha e Porto Alegre, conforme podemos observar nas Figura 26 e em detalhe na Figura 27.

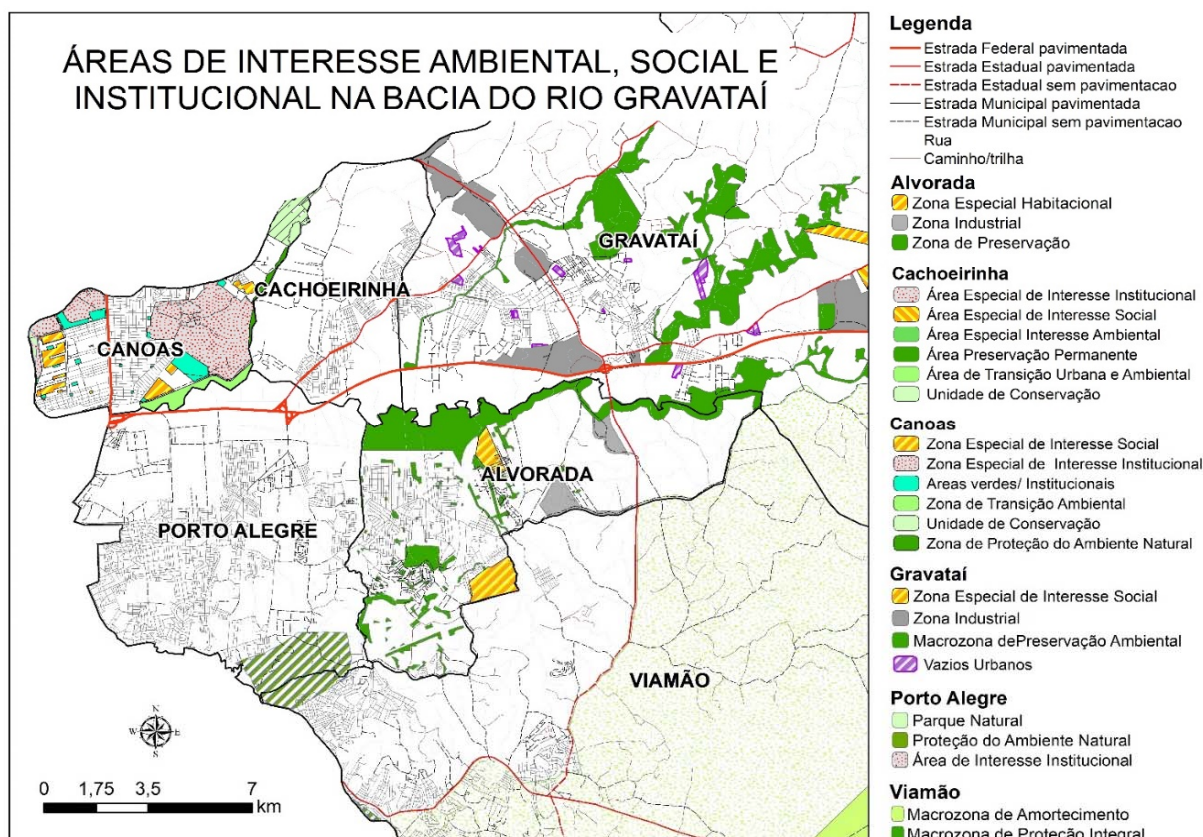


Figura 27 - Áreas de Interesse Ambiental, Social e Institucional- detalhe

Arquivo de projeto: PD_GRV_Zoneam_areas_interesse_zoom.mxd

Principais camadas: bacia_grav.shp.shp, zonas_poa.shp, zonas_viamao.shp, Zonas_Gravatai.shp, zonas_cachoeirinha.shp, Zonas_canoas.shp, zonas_alvorada.shp, Area_Prioritaria.shp, MUN_BAC_GRV.shp, Sistema_viario.shp.

Áreas de interesse social são delimitadas nos planos diretores de Alvorada, Canoas, Cachoeirinha, Gravataí e Santo Antônio da Patrulha. Estas áreas destinam-se à produção e à manutenção de Habitação de Interesse Social.

Podem ser instituídas em áreas públicas ou privadas onde haja o interesse público de promover a urbanização ou a regularização jurídica da posse da terra. São áreas consideradas especiais por terem normas específicas de uso e ocupação do solo, geralmente porque já abrigam ocupações irregulares.

Áreas de interesse ambiental foram identificadas e mapeadas em todos os municípios da bacia (com exceção de Taquara que possui apenas 8% de seu território na área do Gravataí).

Cada município apresenta zoneamento de usos do solo com nomenclaturas específicas para as áreas de interesse ambiental. A seguir, é apresentado o detalhamento por município dessas áreas, organizado de montante para jusante ao longo do Rio Gravataí.

Santo Antônio da Patrulha apresenta 12 áreas de **interesse social**. Conforme o Plano Diretor, Lei nº 044/2006 as Áreas Especiais de Interesse Social (AEIS) se destinam à regularização fundiária e à localização da habitação para população de baixa renda.

O mesmo plano apresenta Área Especial de Interesse **Ambiental**, que conforme artigo 13, as áreas dessa categoria “se destinam ao estabelecimento de áreas de preservação ambiental e da paisagem natural, na área do município”. O município também é atingido pelo Corredor Ecológico do Banhado Grande e dos Pachecos,

O Plano Diretor de **Glorinha**, Lei 0677/2004, define apenas áreas de interesse ambiental. A Macrozona de Interesse **Ambiental** (MIA) compreende Zona de Preservação Ambiental – ZPA e Zona Especial de Interesse Ambiental – ZEIA.

A primeira permite apenas usos especiais, por exemplo, parques, atividades de pesquisa e visitação controlada, e corresponde a área do Banhado Grande. A ZEIA permite uso Residencial unifamiliar, Serviços, Uso Especial, Agricultura, Pecuária e Criação animal.

Em **Viamão**, a parte do município que se encontra na bacia apresenta duas áreas de interesse **ambiental**, conforme o Plano Diretor:

Uma Macrozona de Proteção Integral, que corresponde ao Refúgio da Vida Silvestre Banhado dos Pachecos, e uma Macrozona de Amortecimento, que tem entre os objetivos estabelecidos pelo Plano Diretor minimizar os impactos negativos sobre as Unidades de Conservação e amortecer o impacto da ocupação nas proximidades das Unidades de Conservação de Proteção Integral (VIAMÃO, 2006, art. 122).

Em **Gravataí** são identificadas três áreas de **interesse social**. Conforme o Plano Diretor, Lei nº 1.541/2000, artigo 11:

“as AEIS compreendem situações de assentamentos autoproduzidos por população de baixa-renda em áreas públicas ou privadas, loteamentos irregulares [...] e imóveis não edificadas ou subutilizados localizados na Macrozona de Ocupação Prioritária que venham a ser destinados à implantação de Habitação de Interesse Social, com intervenção do poder público”.

O Plano Diretor também define uma Macrozona de Preservação **Ambiental**, onde, pode haver atividades de educação ambiental, lazer, recreação, habitação e de produção primária, sempre que tais atividades não comprometam o manejo indispensável para o equilíbrio, recuperação ou perpetuação do ambiente.

Em **Alvorada**, as áreas de **interesse social** são denominadas Zonas Especiais de Interesse Habitacional e conforme o Plano Diretor:

“são estoques de áreas destinados a empreendimentos públicos ou privados de lotes ou habitações populares, visando ao atendimento da necessidade de moradia da população”.

O Plano Diretor identifica duas áreas de interesse social no município, sendo uma próxima ao limite com Gravataí, e desta forma próxima ao rio, e a outra área fica na divisa com Viamão. O Plano Diretor também define um único tipo de **Área de Interesse Ambiental**, denominado de Zonas de Preservação.

Estas zonas abrangem parte do território que mesmo não se constituindo em Áreas de Preservação Permanente, necessitam de proteção legal. Conforme artigo 52 da presente lei:

“As Zonas de Preservação são áreas públicas e privadas de concentração de matas, margens dos cursos d’água, banhados e sistemas ecológicos de migração da fauna, sujeitas a restrições de uso”.

Identifica-se Zona de Preservação em todo o limite do município com Cachoeirinha e Gravataí, uma vez que a divisa municipal ocorre pelo Rio Gravataí.

Em **Cachoeirinha**, uma Área Especial de **Interesse Social** (AEIS) pode ser classificada como: (I) áreas que exijam ações de regularização fundiária e/ou jurídica, onde já existem assentamentos auto-produzidos por população de baixa renda; (II) áreas não-edificadas, localizadas em Zonas Predominantemente Residenciais, que serão destinadas, prioritariamente, à implantação de Habitação de Interesse Social; (III) áreas ocupadas com fins de uso habitacional por população de baixa renda que exijam ações de remoção e realocação

O Plano Diretor também define quatro tipos de uso do solo com ênfase no meio **ambiente**: Áreas de Preservação (divididas em Unidades de Conservação (UC) e Área de Preservação Permanente (APP)); Área de Transição Urbana e Ambiental e Áreas Especiais de Interesse Ambiental. Conforme CACHOEIRINHA, LC nº 11/2007, artigo 25):

“As Áreas de Transição Urbano-Ambiental (ATA) são as zonas de amortecimento do contato entre as áreas de ocupação intensiva e as Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação”.

A faixa de divisa do município com Canoas, onde localiza-se o Arroio Brigadeiro é classificada como ATA.

De acordo com o Plano Diretor, “Área de Especial Interesse Ambiental” é um conjunto de áreas naturais ainda preservadas, as quais podem ser tornadas unidades de conservação nos termos da Lei Federal nº 9.985 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.

Conforme o Plano Diretor existe três áreas deste tipo no município: Parque Municipal Tancredo Neves; a área conhecida como Banhado do Shopping; e o Horto Florestal.

Em **Porto Alegre**, identifica-se áreas de Parque Natural e de Proteção do **Ambiente** Natural.

Estas áreas são consideradas de ocupação rarefeita, e permitem as seguintes atividades conforme o Plano Diretor: Habitação, atividades relacionadas ao lazer e ao turismo e atividades educacionais e científicas.

Os limites norte e nordeste do município estão zoneados como Áreas de Proteção do Ambiente Natural.

Canoas, também prevê em seu Plano Diretor três tipos de Zona Especial de **Interesse Social**, compreendendo resumidamente as seguintes situações: (I) loteamentos irregulares ou clandestinos e assentamentos autoproduzidos por população de baixa renda em áreas públicas; (II) loteamentos irregulares ou clandestinos e assentamentos autoproduzidos por população de baixa renda em áreas privadas; (III) imóveis vazios, não-edificados ou subutilizados, localizados na Zona de Urbanização Prioritária, que venham a ser destinados a reassentamentos e implantação de Habitação de Interesse Social com interveniência do Poder Público.

São identificadas nove áreas de interesse social em Canoas conforme a planta de zoneamento.

O Plano Diretor de Canoas considera Zonas Especiais de Interesse do **Ambiente Natural** – ZEIAN, zonas que apresentam ocorrência de patrimônio natural significativo, compreendendo as situações de: (I) preservação permanente; (II) unidades de conservação; e (III) proteção ambiental.

Conforme artigo 151 do Plano, as ZEIAN se classificam em (I) Unidades de Conservação – UC; (II) Zonas de Proteção do Ambiente Natural – ZPAN; (III) Zonas de Transição Ambiental – ZTA; e (IV) Parques Urbanos e Naturais. No limite norte da bacia em Canoas encontra-se a Área de Proteção Ambiental – APA da Fazenda Guajuviras, criada em 2005 pela Lei Municipal nº 4984/05, compreendendo área de aproximadamente 558 ha.

O Plano Municipal de Saneamento de Gravataí foi o único a apresentar o tema “Vazios Urbanos”, especificamente voltado à definição de **áreas livres** para implantação de estruturas de contenção de drenagem.

Dessa forma, optou-se em incorporar essa camada junto com as demais camadas de áreas de interesse destacadas pelos planos diretores municipais.

Nos capítulos 3 e 8 observa-se a avaliação sobre estes temas apresentados.

2.5.8 Disponibilidade Hídrica e Demanda

Para análise da disponibilidade e demanda hídrica da bacia hidrográfica do Rio Gravataí, o [PRH-GRV] embasou-se em diversas fontes que permitiram gerar dados que viabilizaram o entendimento da dinâmica hidrológica.

Sendo assim, foram utilizadas as seguintes fontes, sendo: INMET (1992), ANA (Hidroweb), IPH/ CPRM (2002), SIAGAS/ CPRM, Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre (Prefeitura de Porto Alegre/ UFRGS).

Dessa maneira, as informações resultantes estão representadas em gráficos, planilhas e mapas. Assim, no que tange aos dados espaciais do SIG do [PRH-GRV], estão disponíveis as estações pluviométricas, estações fluviométricas e poços.

Os mesmos puderam ser representados espacialmente com vínculo de alguns resultados quanti-qualitativos.

A estação fluviométrica Passo das Canoas, considerada representativa, foi adotada pelo [PRH-GRV] para obtenção de vazões máximas e mínimas da bacia do Rio Gravataí.

A Figura 28, apresenta a representação espacial da estação com as respectivas informações resultantes das vazões na tabela de atributos.

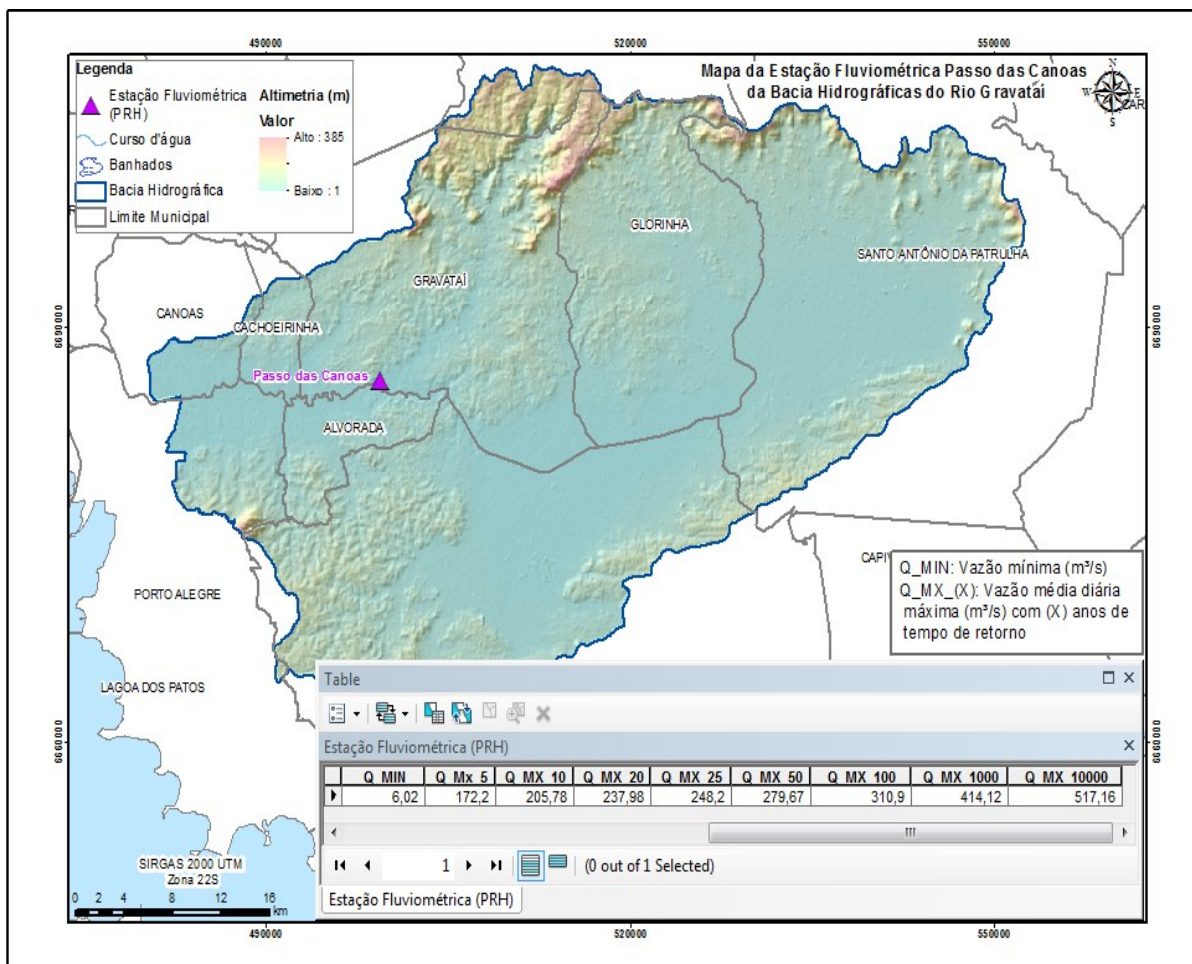


Figura 28 - Mapa da estação fluviométrica Passo das Canoas da bacia do Rio Gravataí
Arquivo de projeto: mapa_estacoes_fluviometricas_vazao.mxd
Principais camadas: fluviometria.shp, mnt_grv_eap.tif, hill_grav_eap.tif, mnt_grv_eap.tif

Já a Figura 29 apresenta as estações das quais foram consideradas as precipitações das médias anuais e dos valores máximos registrados da média diária.

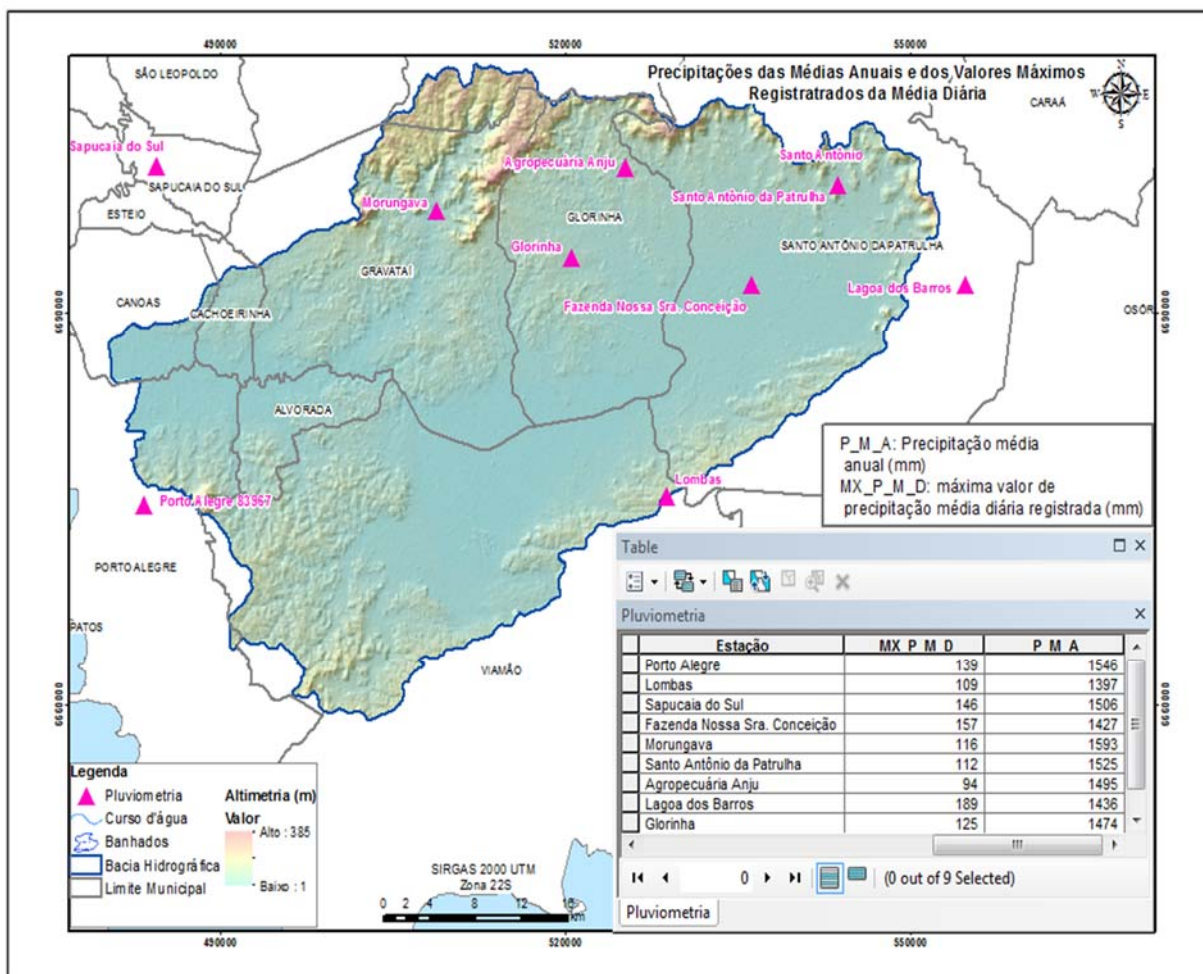


Figura 29 - Estações pluviométricas - médias anuais e valores máximos
Arquivo de projeto: mapa_precipitacao_mx_diaria_registrada.mxd
Principais camadas: pluviometria.shp, est_pluviometricas_outras_ent_2010.shp,
mnt_grv_eap.tif, hill_grav_eap.tif, mnt_grv_eap.tif

O [PRH-GRV] apresentou uma análise integrada de demandas e consumos em nível de sub-bacias, considerando os setores de abastecimento urbano, rural, industrial, criação animal e irrigação, conforme observa-se no Quadro 16, reproduzido da Tabela 97 do Relatório Final do [PRH-GRV].

A demanda hídrica é a quantidade de água a ser captada para satisfazer as necessidades de consumo.

Já o consumo é a quantidade de água de fato utilizada no seu destino final.

Por exemplo, para abastecimento urbano a quantidade de água captada é muito superior a que é de fato consumida, visto que há muitas perdas nas fases de tratamento e distribuição.

A quantificação de demandas e consumos realizada no [PRH-GRV] baseou-se na análise dos processos de outorga no banco de dados do DRH/SEMA, dados de licenciamento ambiental da FEPAM, dados do Censo IBGE 2010, além de outras referências bibliográficas.

Quadro 16 - Demandas e consumos dos setores por sub-bacias hidrográficas

Sub-bacia	Vazão m3/s	Abast. Urbano	Abast. Rural	Abast. Industrial	Criação Animal	Irrigação	TOTAL
AG1	Demanda	0,055	0,004	0,011	0,008	2,411	2,489
	Consumo	0,011	0,001	0,003	0,007	1,929	1,951
AG2	Demanda	0,012	0,007	0,022	0,015	1,313	1,369
	Consumo	0,002	0,001	0,006	0,012	1,051	1,073
AG3	Demanda	-	0,001	-	0,002	0,342	0,345
	Consumo	-	0	-	0,002	0,274	0,276
AG4	Demanda	-	0,002	-	0,004	1,279	1,285
	Consumo	-	0	-	0,003	1,023	1,027
MG1	Demanda	0,55	0,019	0,047	0,013	0,634	1,262
	Consumo	0,11	0,004	0,014	0,01	0,507	0,645
MG2	Demanda	1,459	0,007	0,001	0,017	5,825	7,309
	Consumo	0,292	0,001	0	0,014	4,66	4,967
BG1	Demanda	-	0,005	0,295	0,003	0,285	0,588
	Consumo	-	0,001	0,088	0,002	0,228	0,32
BG2	Demanda	-	0,001	0,042	0,006	1,106	1,155
	Consumo	-	0	0,013	0,005	0,885	0,903
TOTAL	Demanda	2,076	0,045	0,416	0,069	13,196	15,802
	Consumo	0,415	0,009	0,125	0,055	10,556	11,161

(Fonte: PRH-GRV)

A Figura 30 ilustra as demandas e consumos totais por sub-bacias.

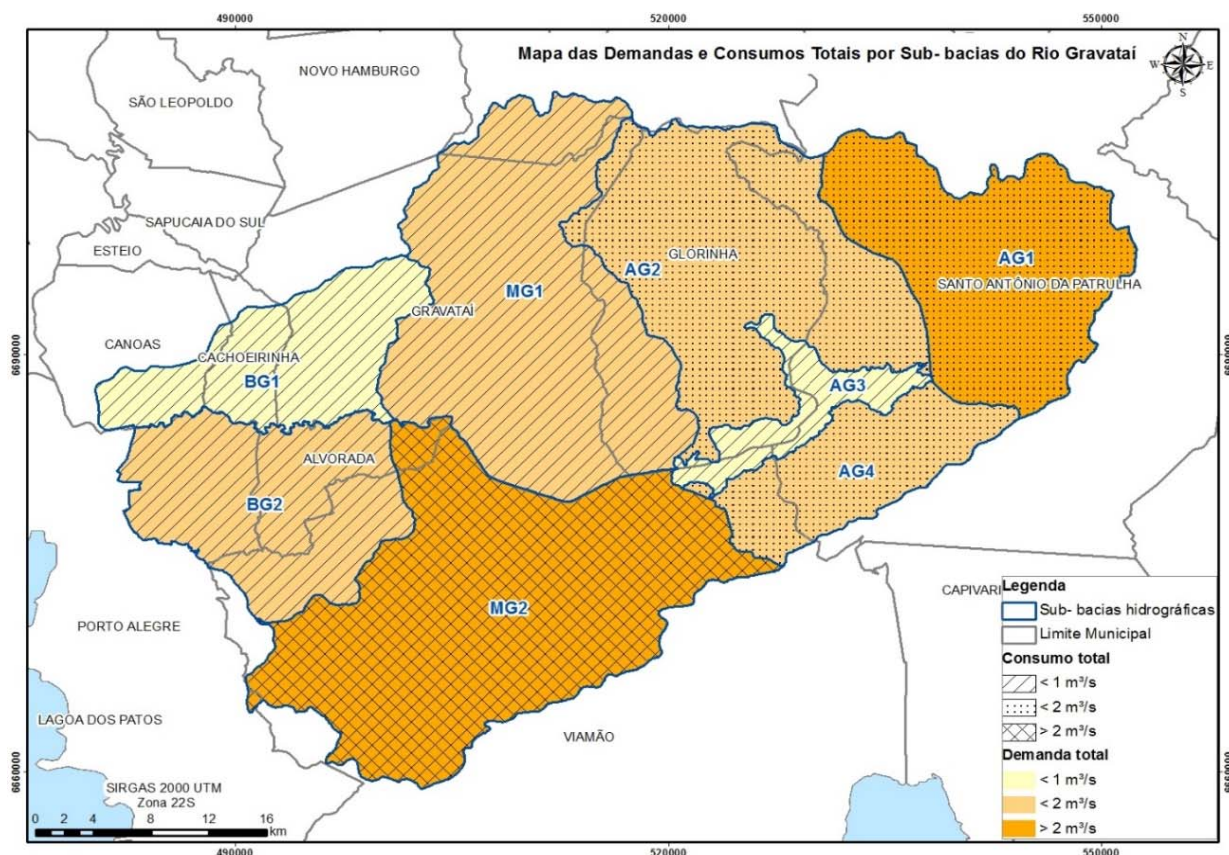


Figura 30 - Mapa das demandas e consumos totais por sub-bacias do Rio Gravataí

Arquivo de projeto: mapa_demanda_hidrica.mxd.

Principais camadas: demanda_sub_bacia.shp, sub_bacia_grav.shp, 43MUE250GC_SIR.shp

- [illegible]

3 PLANEJAMENTO URBANO E DE INFRAESTRUTURA

O planejamento urbano tende cada vez mais a ser uma atividade multidisciplinar, que pressupõe antecipar cenários futuros, apoiando-se em uma determinada realidade onde se conhece um conjunto de informações.

Dentro desta lógica este capítulo do diagnóstico, foi desenvolvido utilizando uma Base de Dados (Produto 5), através da qual fez-se a interpretação e cruzamentos de seu conjunto de informações.

O objetivo desse capítulo do diagnóstico, é num primeiro momento demonstrar como os municípios inseridos na Bacia do Rio Gravataí, afetam ou são afetados pela dinâmica do comportamento de seus cursos d'água, e em um segundo momento demonstrar que o resultado da interpretação de dados pode contribuir para criação de estratégias que possibilitem a construção de caminhos ou alternativas para desenvolvimento dos municípios que integram esta Bacia.

O Brasil, atualmente dispõe de legislação específica sobre o parcelamento e uso do solo, desde a década de 1940.

Este conjunto de leis vem sendo aprimorado através de decretos e novas leis, sendo ao longo dos anos consolidadas.

Esta legislação prevê que cada área parcelada, seja na forma de loteamentos ou de condomínios fechados, deva obrigatoriamente dispor de projetos de infraestrutura de água, esgotos pluviais e domésticos, redes de distribuição elétrica, sistema viário, preservação de áreas de proteção ambiental, enfim todos os itens indispensáveis à urbanização.

Apesar de que todos os requisitos dispostos em lei sejam cumpridos no âmbito dos projetos de cada gleba, isoladamente, os municípios nem sempre contam com planos e/ou projetos para o conjunto da área urbanizada.

Esta fragmentação de ações dos territórios dentro de cada município se repete quando se analisa o conjunto dos municípios como um todo.

Este fato é claramente encontrado na base de dados, quando se trata do planejamento dos serviços de drenagem.

O conjunto de informações utilizadas para análise e interpretação de dados foram extraídos dos Planos Diretores Urbanísticos, Planos de Zoneamento, Planos de Saneamento, Planos Regionais, Mapas diversos e levantamentos de campo da Base de Dados desse projeto (Produto 5).

Esta análise parte da interpretação e do cruzamento de informações disponibilizadas nas leis acima citadas.

No Quadro 17 abaixo, estão listados os documentos disponibilizados pelos municípios para elaboração desse capítulo, que trata sobre o diagnóstico do planejamento urbano e de infraestrutura.

Quadro 17 - Documentos disponíveis para análise e elaboração do diagnóstico

MUNICÍPIO	PLANO DIRETOR	PLANO REGIONAL DE SANEAMENTO	PLANO DE SANEAMENTOMUNICIPAL	PLANO DIRETOR DE ZONEAMENTO
ALVORADA	LEI MUNICIPAL Nº 2.316 DE 05 DE JANEIRO DE 2011.	Plano Regional de Saneamento da Bacia Hidrográfica do Gravataí - Alvorada (autor MJ Engenharia, Out/2011) - Diagnóstico dos sistemas existentes - coleta de dados e informações, descrição dos sistemas existentes e projetados e avaliação da prestação dos serviços de saneamento básico.	MINUTA de LEI + PLANO (Autor: BECK de SOUZA ENGENHARIA out/2013)	Áreas Interesse SOCIAL-AMBIENTAL
CACHOEIRINHA	LEI COMPLEMENTAR Nº 11, DE 18 DE DEZEMBRO / 2007. Compilamentos: Lei Complementar n.º 18, de 16 de setembro de 2009. Lei Complementar n.º 31, de 22 de junho de 2011.	Plano Regional de Saneamento da Bacia Hidrográfica do Gravataí - Cachoeirinha (autor MJ Engenharia, Ago/2010) - Diagnóstico dos sistemas existentes - coleta de dados e informações, descrição dos sistemas existentes e projetados e avaliação da prestação dos serviços de saneamento básico.	RELATÓRIO DIAGNÓSTICO (Autor PM /PROSINOS/CONCREMAT ENGENHARIA set/2014)	Áreas Interesse SOCIAL-AMBIENTAL- PÚBLICAS
CANOAS	LEI Nº 5.341 DE 22 DE OUTUBRO DE 2008	Plano Regional de Saneamento da Bacia Hidrográfica do Gravataí - Canoas (autor MJ Engenharia, Ago/2010) - Diagnóstico dos sistemas existentes - coleta de dados e informações, descrição dos sistemas existentes e projetados e avaliação da prestação dos serviços de saneamento básico.	PLANO (Autor: PM Canoas e Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo)	Áreas Interesse SOCIAL-AMBIENTAL- PÚBLICAS
GLORINHA	LEI Nº 677, DE 02 DE JUNHO DE 2004.	Plano Regional de Saneamento da Bacia Hidrográfica do Gravataí - Glorinha (autor MJ Engenharia, Ago/2010) - Diagnóstico dos sistemas existentes - coleta de dados e informações, descrição dos sistemas existentes e projetados e avaliação da prestação dos serviços de saneamento básico.	RELATÓRIO DIAGNÓSTICO (Autor PM/ PROSINOS/CONCREMAT ENGENHARIA set/2014)	Área Interesse AMBIENTAL
GRAVATAÍ	LEI Nº1.541, DE 06 DE JULHO DE 2000. LEI Nº1.864, DE 30 DE DEZEMBRO DE 2002 (altera dispositivos da Lei 1.541/2000 e dá outras providências)	Plano Regional de Saneamento da Bacia Hidrográfica do Gravataí - Gravataí (autor MJ Engenharia, Set/2010) estabelecimento de unidades regionais de planejamento	PLANO- SIG (Autor: BECK de SOUZA ENGENHARIA set/2014)	Áreas Interesse SOCIAL-AMBIENTAL

MUNICÍPIO	PLANO DIRETOR	PLANO REGIONAL DE SANEAMENTO	PLANO DE SANEAMENTO MUNICIPAL	PLANO DIRETOR DE ZONEAMENTO
PORTO ALEGRE	LEI COMPLEMENTAR nº 434 de 01/12/99, atualizada e compilada até a LEI COMPLEMENTAR nº 667 de 03/01/11, incluindo a LEI COMPLEMENTAR nº 646 de 22/07/10.	Plano Regional de Saneamento da Bacia Hidrográfica do Gravataí - Porto Alegre (autor MJ Engenharia, Nov/2010) - Diagnóstico dos sistemas existentes - coleta de dados e informações, descrição dos sistemas existentes e projetados e avaliação da prestação dos serviços de saneamento básico.	PLANO MODALIDADE ÁGUA (Autor: PM/DMAE dez/2013) PLANO MODALIDADE ESGOTAMENTO SANITÁRIO (Autor: PM/DMAE)	Áreas de Interesse AMBIENTAL-PÚBLICAS
SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA	LEI COMPLEMENTAR Nº 044, DE 10 DE OUTUBRO DE 2006	Plano Regional de Saneamento da Bacia Hidrográfica do Gravataí - Santo Antônio da Patrulha (autor MJ Engenharia, Ago/2010) Diagnóstico dos sistemas existentes - coleta de dados e informações, descrição dos sistemas existentes e projetados e avaliação da prestação dos serviços de saneamento básico.	RELATÓRIO DIAGNÓSTICO (Autor PM/ PROSINOS/CONCREMAT ENGENHARIA set/2014)	Áreas Interesse SOCIAL-AMBIENTAL
VIAMÃO	LEI MUNICIPAL Nº 3.530/2006	Plano Regional de Saneamento da Bacia Hidrográfica do Gravataí - Viamão (autor MJ Engenharia, Ago/2010) Diagnóstico dos sistemas existentes - coleta de dados e informações, descrição dos sistemas existentes e projetados e avaliação da prestação dos serviços de saneamento básico.	PLANO MUNICIPAL – PROGNÓSTICO SERVIÇOS SANEAMENTO ESGOTAMENTO SANITÁRIO (Autor MJ ENGENHARIA jul/2014)	Áreas Interesse SOCIAL-AMBIENTAL

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Para analisar a evolução urbana da bacia e ao mesmo tempo observar as tendências de desenvolvimento urbano se faz necessário estabelecer um raciocínio a partir de três importantes premissas:

- A **primeira premissa** é o aspecto histórico da bacia, como e onde ocorreram as primeiras ocupações, isto é, como evoluiu a urbanização e onde ela foi mais intensa e/ou mais rarefeita.
- A **segunda premissa** é uma espécie de radiografia do atual momento, é verificar hoje como, onde e em que medida estão localizadas as áreas urbanizadas da bacia, sejam elas formais ou informais.
- A **terceira premissa** é para onde estes municípios estão se desenvolvendo, a lógica da cidade planejada.

Confrontar a história da ocupação da Bacia, com a cidade de fato, a cidade planejada e a planície de inundação é uma ferramenta importante de interpretação para a criação de estratégias urbanas.

É necessário saber como era, e como será, só assim o documento poderá ser efetivo e útil para alertar os ordenadores públicos para a forma de como estes municípios estão se desenvolvendo e, como este desenvolvimento afeta ou poderá afetar ainda mais a Bacia.

Outro aspecto relevante é colocar os municípios em uma perspectiva de interdependência, de que se as ações forem feitas de forma colaborativa e compartilhada poder-se-á obter uma solução melhor para todos.

Nessa busca de soluções integradas entre a gestão dos comitês de bacia de um rio e as administrações públicas dos municípios e os órgãos reguladores e fiscalizadores estaduais, é de extrema importância o conhecimento, por parte de todos, dos seguintes aspectos de gestão de drenagem urbana:

- Estratégias de controle e princípios básicos de drenagem urbana;
- Medidas de controle sustentáveis em diferentes estágios da inundação;
- Gestão de águas pluviais e sua relação com outros elementos associados com a infraestruturas urbana das cidades;
- Conhecimento do plano de bacia, no qual a cidade, ou região está inserida.

A análise das áreas suscetíveis a inundações, considerando toda a planície de inundação, é de extrema importância para a sociedade, pois a ocorrência de uma enchente põe em risco toda população que eventualmente estiver ocupando a planície de inundação.

Cabe aqui realçar alguns conceitos de planície de inundação.

As planícies de inundação, segundo GUERRA (1978), também chamadas de várzeas ou leito maior é uma área pouco elevada acima do nível médio das águas, sendo frequentemente inundada por ocasião das cheias.

Alguns autores procuram classificar os tipos de planície de inundação na busca de uma definição conceitual, desse modo, se utilizam de fatores ambientais como parâmetro para reconhecer suas classificações.

MELTON (1936) reconheceu três tipos de planície de inundação, tendo como parâmetro a forma de sedimentação:

- Formadas por cursos meândricos, ocasionalmente inundadas, sem acumulação vertical de sedimentos.
- Planícies cobertas. Tem sedimentos suspensos originados de sucessivos transbordamentos do rio. Tem vários canais. Em águas baixas, vê-se o modelado.
- Planícies de rios entrelaçados (*braided*) formados por sedimentos do fundo, arrastados pela força da água.

As planícies de inundação ocorrem, normalmente, no baixo curso do rio onde o relevo, mais desbastado pela erosão do que à montante, apresenta pequeno gradiente topográfico; em consequência, a energia fluvial é diminuída e não consegue carregar muito da carga sedimentar do rio, que é depositada, colmatando o vale com sedimentos fluviais. (SÃO BERNARDO DO CAMPO, 2012).

Quando a água do rio extravasa a calha principal e transpõe o dique marginal devido à entrada de água no sistema em pulsos de cheia causados por precipitações, a área da planície inundável é ocupada pela água.

Para a expressão *inundação ribeirinha*, utilizada nesse estudo, adota-se o conceito de escoamento do rio no seu leito maior, ou seja, fora da sua seção de escoamento ou calha principal, por onde passa na maior parte do tempo, porém ficando dentro de sua planície de inundação.

É importante salientar a diferença entre os conceitos de “enchente”, “inundação”, “alagamento”. Segundo o Instituto Geológico Paulista (IG), enchente corresponde à elevação do nível de água normal do rio, sem o extravasamento desta para fora do canal principal.

Por sua vez, inundação refere-se ao processo de extravasamento das águas para suas áreas marginais, que ocorre quando o volume de água é superior à capacidade de descarga da calha.

Por fim, alagamento compete à incapacidade de drenagem de água de chuva em função da topografia suavizada e dos sistemas de captação de águas pluviais.

A Figura 33 ajuda a ilustrar a explicação destes conceitos.

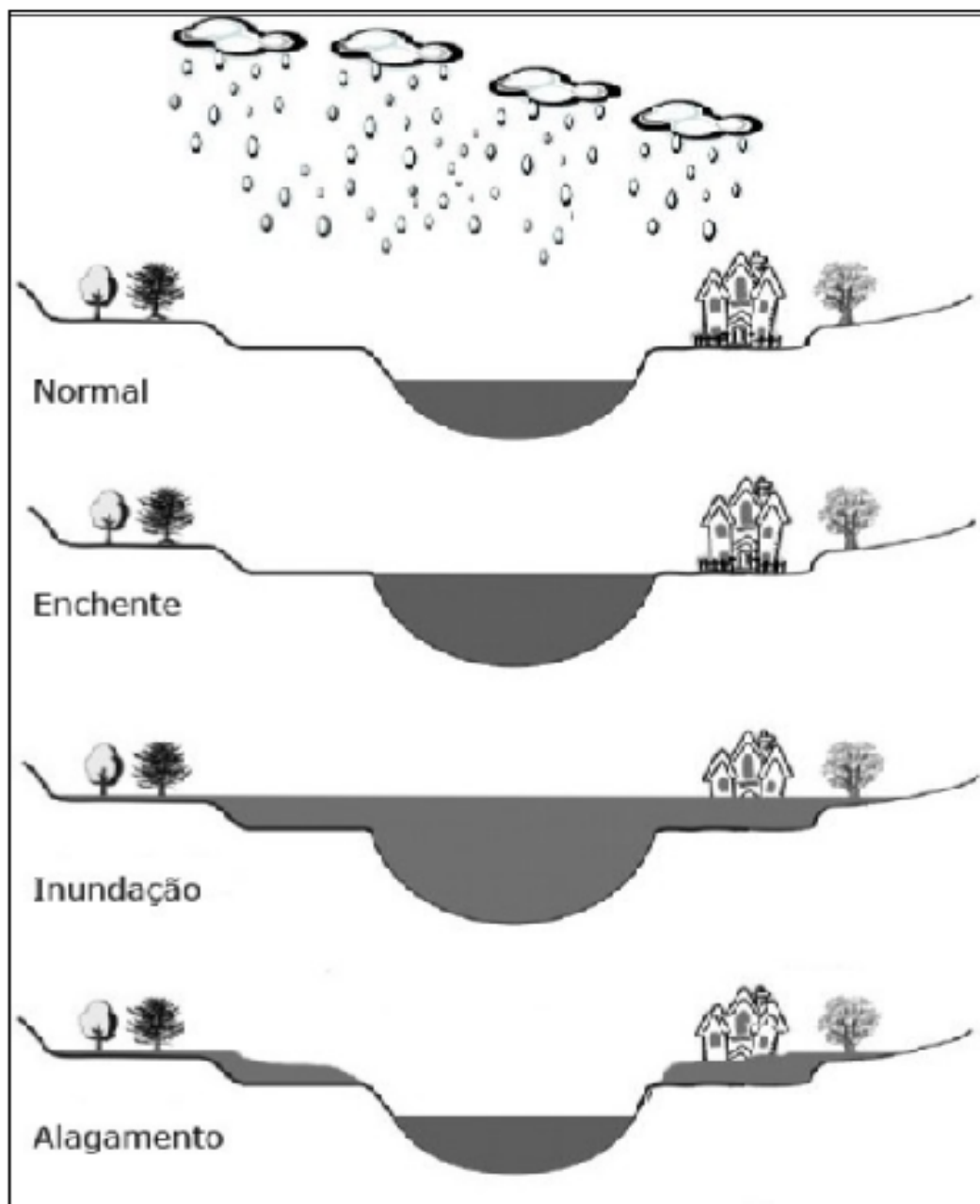


Figura 33 - Definição dos conceitos de enchente, inundação e alagamento
(Fonte: IG-SP)

3.1 Ocupação Urbana na Bacia

Os indicadores de população total nos nove municípios que integram a Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, apresentados no último Censo Demográfico, em 2010, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mostram que a população dos nove municípios total ou parcialmente abrangidos pela Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí é de 2.643.392 habitantes.

O grau de urbanização desses municípios é bastante superior ao do estado do Rio Grande do Sul, que tem aproximadamente 85% da população residindo em áreas urbanas.

A presença de Porto Alegre na bacia distorce os dados ao considerarmos a população total dos municípios, visto que apenas uma parte do município encontra-se coberta pela Bacia do Rio Gravataí.

Conforme desenvolvido no Produto 5 - Base de Dados, a partir de operações de geoprocessamento efetuadas sobre os setores censitários, concluiu-se que a população residente na Bacia do Rio Gravataí em 2010 seria de 1.292.641 habitantes.

De acordo com o Quadro 18, apenas os municípios de Alvorada e Glorinha estão inseridos totalmente na bacia hidrográfica.

Analisando somente a sede do município, Gravataí e Viamão estão totalmente inseridos. Cachoeirinha e Santo Antônio da Patrulha apresentam na sede do município uma população urbana pouco significativa fora da área da Bacia do Gravataí.

Por outro lado, Canoas e Porto Alegre, tem pouco menos de um terço de sua população na Bacia do Rio Gravataí.

O município de Taquara não possui área urbana no interior da Bacia do Rio Gravataí, e a população que ocorre na bacia é inferior a 3 mil habitantes.

De acordo com o PRH-GRV, os municípios são: Porto Alegre, Alvorada, Canoas, Cachoeirinha, Gravataí, Taquara, Glorinha, Santo Antônio da Patrulha e Viamão.

O município de Taquara não possui área urbana na bacia, sendo contemplado em estudo semelhante que está sendo desenvolvido para a Bacia do Rio dos Sinos.

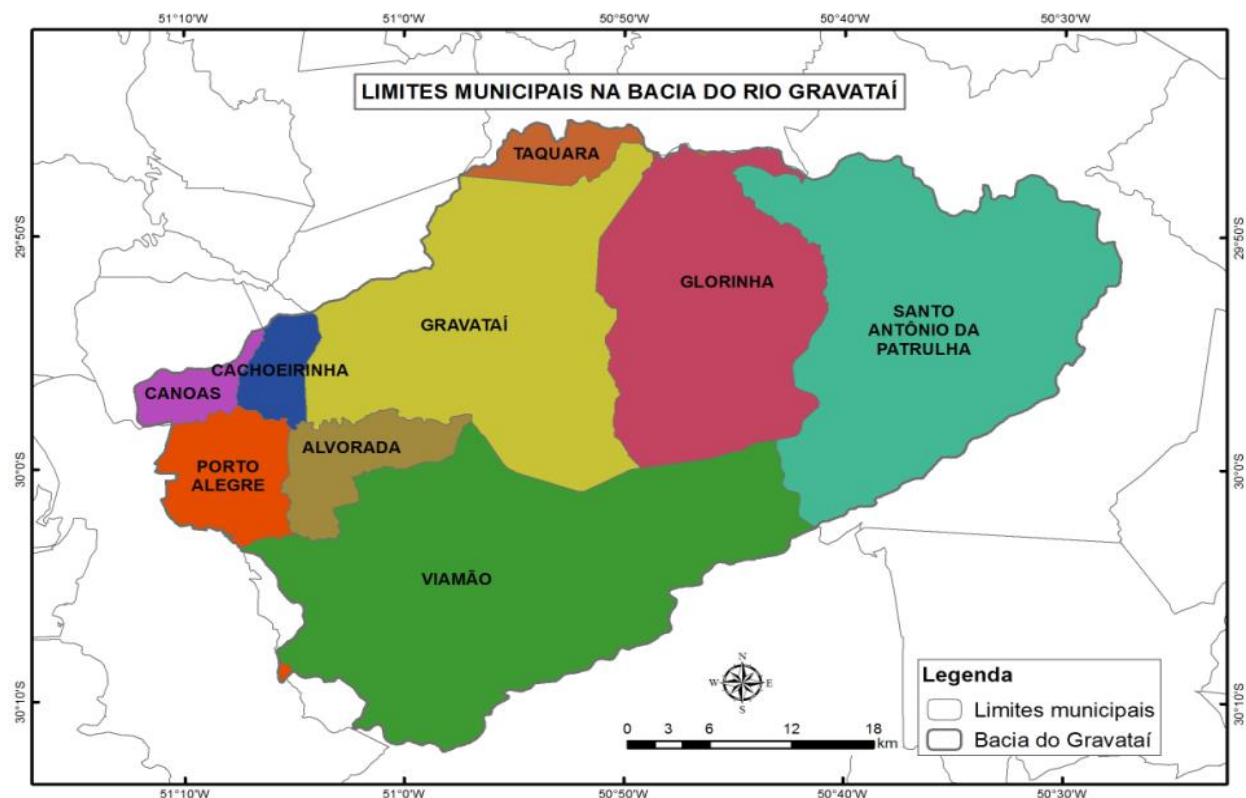


Figura 34 - Mapa dos municípios que compõe a Bacia do Rio Gravataí
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Quadro 18 - Proporção da área territorial e da área urbana dos distritos e municípios na Bacia

Município e Distritos	População Rural na Bacia	População Urbana na Bacia	População Total na Bacia	População Total do Município	% População na Bacia
ALVORADA		195.673	195.673	195.673	100%
Alvorada (Sede)		175.490	175.490	175.490	100%
Estância Grande		20.183	20.183	20.183	100%
CACHOEIRINHA		115.057	115.057	118.278	97%
CANOAS		98.887	98.887	323.827	31%
GLORINHA	4.800	2.067	6.867	6.891	100%
GRAVATAÍ	9.752	242.683	252.435	255.660	99%
Gravataí (Sede)	411	229.301	229.712	229.712	100%
Barro Vermelho	1.676	5.359	7.035	7.035	100%
Ipiranga	363	1.435	1.798	4.894	37%
Itacolomy	2.207	5.563	7.770	7.851	99%
Morungava	5.095	1.025	6.120	6.168	99%
PORTO ALEGRE		392.103	392.103	1.409.351	28%
SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA	4.170	25.514	29.684	39.685	75%
Santo Antônio Da Patrulha (Sede)	2.090	22.599	24.689	28.880	85%
Catanduva Grande				1.591	0%
Chico Lomã	385	95	480	1.185	41%
Evaristo				2.375	0%
Miraguaia	1.695	2.820	4.515	4.703	96%
Pinheirinhos				951	0%
TAQUARA	1.162	1.083	2.245	54.643	4%
Taquara				43.860	0%
Entrepelado				837	0%
Fazenda Fialho	732	1.042	1.774	2.775	64%
Padilha				1.328	0%
Pega Fogo				2.558	0%
Rio da Ilha				1.398	0%
Santa Cruz da Concórdia	430	41	471	1.887	25%
VIAMÃO	7.144	192.546	199.690	239.384	83%
Viamão (Sede)	2.434	87.929	90.363	90.363	100%
Águas Claras	2.319	4.848	7.167	10.391	69%
Capão da Porteira				2.315	0%
Espigão	698	3.642	4.340	8.042	54%
Itapuã			0	5.309	0%
Passo da Areia	1.693	88	1.781	2.736	65%
Passo do Sabão		74.948	74.948	97.000	77%
Viamópolis		21.091	21.091	23.228	91%
TOTAL	27.028	1.265.613	1.292.641	2.643.392	49%

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

O IBGE, ao preparar a base de dados para o Censo Demográfico de 2010, discriminou as áreas urbanas e rurais em subclasses que permitem identificar, com maior detalhe, a situação de cada setor censitário, conforme apresentado no Quadro 19.

Quadro 19 - Discriminação das classes urbanas e rurais adotada pelo IBGE, 2010

SITUAÇÃO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
URBANA	1	Área urbanizada de cidade ou vila
URBANA	2	Área não urbanizada de cidade ou vila
URBANA	3	Área urbana isolada
RURAL	4	Aglomerado rural de extensão urbana
RURAL	5	Aglomerado rural isolado – povoado
RURAL	6	Aglomerado rural isolado – núcleo
RURAL	7	Aglomerado rural isolado - outros aglomerados
RURAL	8	Zona rural, exclusive aglomerado rural

(Fonte: IBGE)

De acordo com a classificação dos setores censitários do IBGE verifica-se que a distribuição das áreas consideradas urbanas está concentrada principalmente na região sudoeste da Bacia do Rio Gravataí.

Observa-se pela interpretação do mapa apresentado na Figura 35, que as sub-bacias que apresentam maiores frequências de áreas em situação urbana, são a BG2 contemplando praticamente 100% de sua extensão e a BG1 que abrange 88%.

Pode-se indicar ainda que, as sub-bacias BG2 e BG1 apresentam significativa abrangência da classe de código 1 do IBGE, ou seja, quase 90% e 56% das extensões das sub-bacias citadas respectivamente são áreas urbanizadas de cidades ou vilas.

Para as demais sub-bacias, essas classes abrangem menos que 20% de suas extensões totais. No que se refere as áreas rurais, há expressiva representatividade nas sub-bacias AG2, AG3 e AG4, as quais mais de 97% de suas áreas.

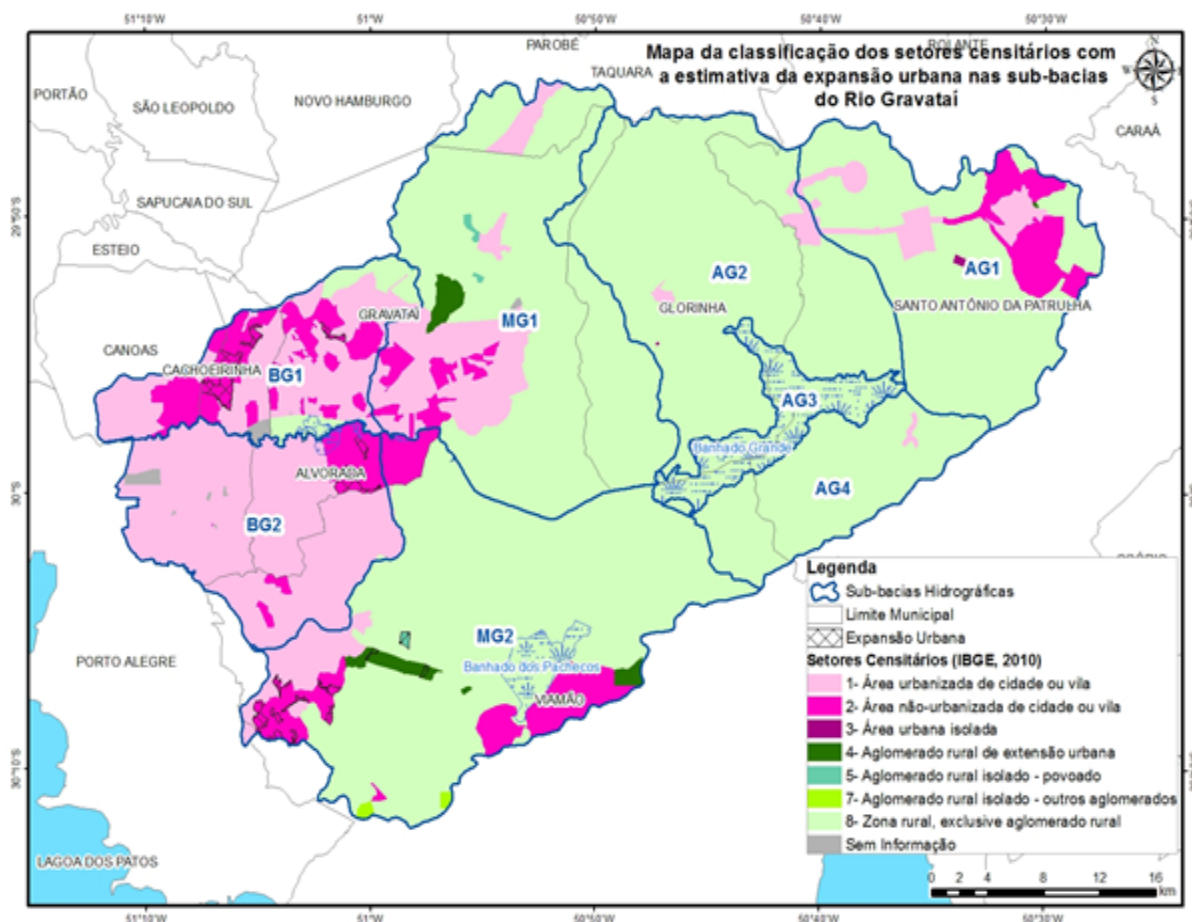


Figura 35 - Mapa da classificação dos setores censitários conforme Censo Demográfico de 2010
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

O Quadro 20 compara a classificação de áreas urbanas pelo mapa de uso do solo descrito na seção anterior (Quadro 13 e Figura 21) com a área total de setores censitários classificados como "Área urbanizada de cidade ou vila" na Bacia do Gravataí.

As bacias com valores significativos de ocupação urbana são as do trecho Médio e Baixo Gravataí. As demais sub-bacias não apresentam ocupação urbana significativa.

Quadro 20 - Área urbanizadas por sub-bacia

SUB-BACIA	ÁREA URBANIZADA (km ²) FONTE: UFRGS-ECOLOGIA-BASE 2009	ÁREA URBANIZADA (km ²) FONTE: IBGE-CENSO 2010
BG1	77,7	85,5
BG2	112,1	188,9
MG1	21,9	74,7
MG2	22,3	27,2

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Identificam-se, *a priori*, algumas incoerências na comparação dos resultados obtidos. As áreas resultantes da classificação de área urbanizada por setor censitário tendem a ser maiores porque o recorte dos desenhos dos setores censitários é mais grosseiro que o da classificação de imagem de satélite.

Essa situação fica bem clara quando se realiza a sobreposição dos ramais de água da CORSAN, que definiria uma área urbana ainda mais restritiva, e que em geral recai em áreas interpretadas como urbanas tanto pela classificação de uso do solo quanto pela do IBGE.

A Figura 36 apresenta essa comparação, destacando a bacia BG1.

Observa-se diferentes classificações de área urbana pelo IBGE (rosa) e pelo mapa de uso do solo (hachura). Entretanto, as áreas de urbanização mais consolidadas são caracterizadas pela presença de ramais de consumidores de água.

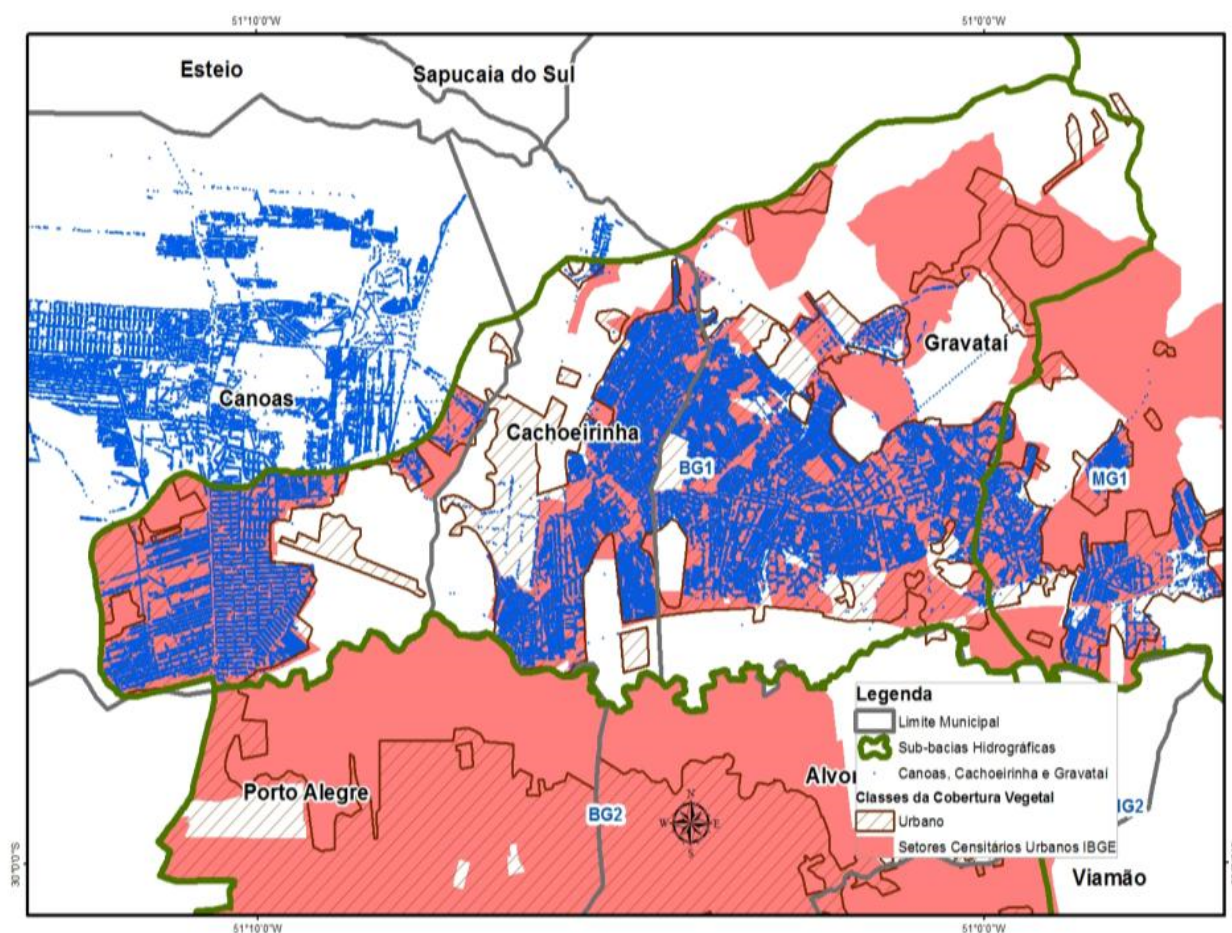


Figura 36 - Visões de área urbana por fontes distintas: classificação do IBGE
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

3.2 Evolução Urbana na Bacia

3.2.1 Histórico da Evolução Urbana

Para se estabelecer a comparação entre aspectos históricos, cidade planejada e tendências, este documento utilizou dados de 1975 até 2010. O mapa mostrado na Figura 37 indica as manchas urbanas, nestes períodos.

As zonas mais escuras correspondem as ocupações em 1975, concentradas principalmente em Canoas, Cachoeirinha, Porto Alegre, Viamão e de forma bem pontual em Santo Antônio da Patrulha.

Sempre considerando que as delimitações dos territórios dos municípios em análise estão necessariamente inseridas na Bacia do Gravataí.

Outro aspecto importante que se revela no mapa das manchas de 1975, é que o desenvolvimento destas cidades ocorre a partir de estradas federais, estaduais, municipais ou vias estruturadoras e não necessariamente ao longo de cursos d'água.

A Figura 37 demonstra ainda a evolução das manchas urbanas e a inserção das estradas e principais vias estruturadoras municipais.

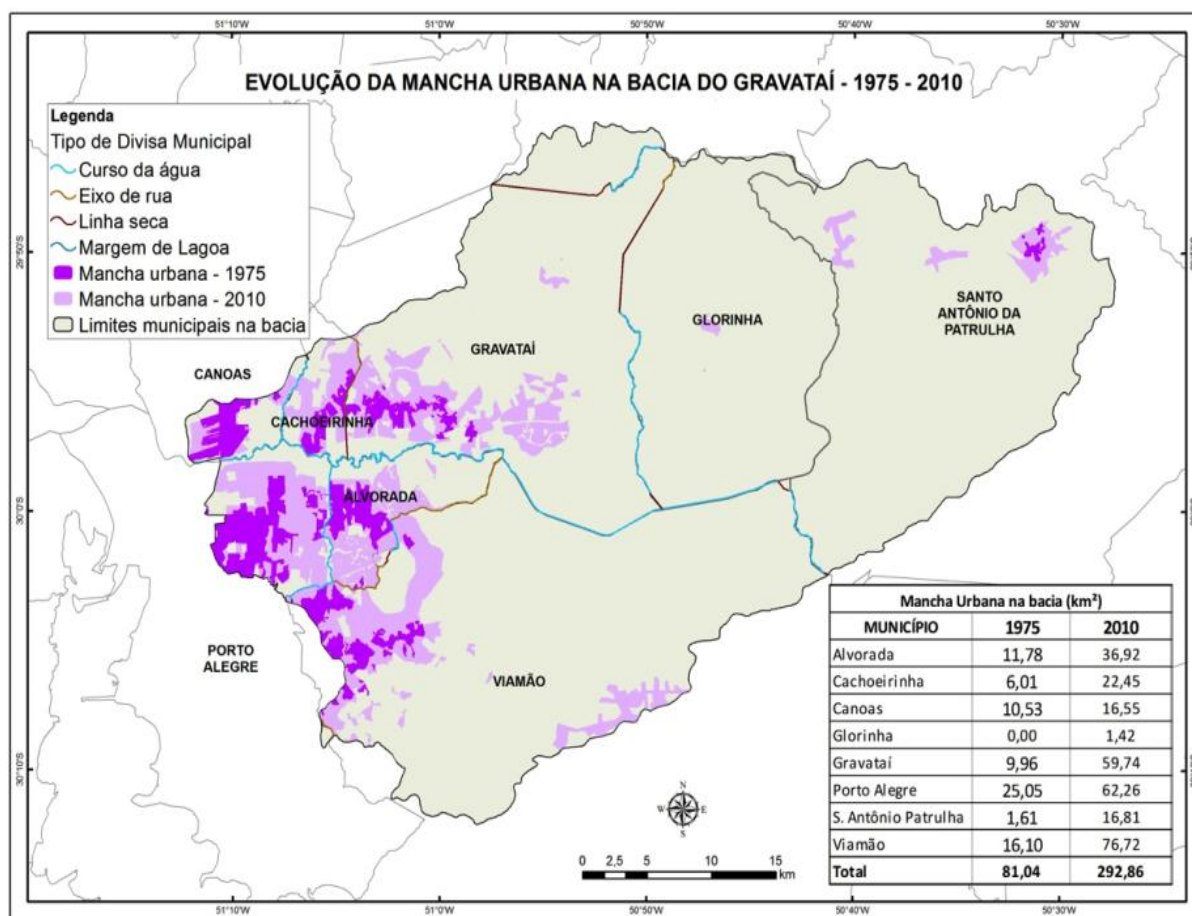


Figura 37 - Mapa da evolução da mancha urbana
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Neste documento a referência a cidade de fato, trata do conjunto da ocupação urbana formal e informal e/ou constituída de aglomerados subnormais.

No mapa da mancha urbana de 2010 (rosa claro) fica evidente o crescimento das porções de território que constituem a Bacia do Gravataí principalmente nos municípios de Santo Antônio da Patrulha, Gravataí, Cachoeirinha, Alvorada, Porto Alegre e Viamão, sendo que nos últimos cinco municípios observa-se o que se chama de “Conurbação Urbana” (Figura 38).

Conurbação é um termo usado para designar um fenômeno urbano que acontece a partir da união de duas ou mais cidades/municípios, constituindo uma única malha urbana, como se fosse somente uma única cidade.

A partir da unificação, as cidades envolvidas começam a utilizar de maneira conjunta os mesmos serviços de infraestrutura, formando uma malha urbana contínua.

O fenômeno de conurbação ocorre quando as áreas rurais dos municípios vão sendo tomadas pelas edificações urbanas, até encontrar os limites políticos das cidades vizinhas.

Este fenômeno é de extrema relevância para este diagnóstico na medida em que esta malha contínua e compartilhamento de serviços de infraestrutura devam prescindir um competente planejamento urbano.

Outro aspecto relevante se refere às estradas e vias estruturadoras dos municípios, as quais vêm ao longo da história impactando e/ou influenciando o desenvolvimento urbano como no sistema de proteção de cheias.

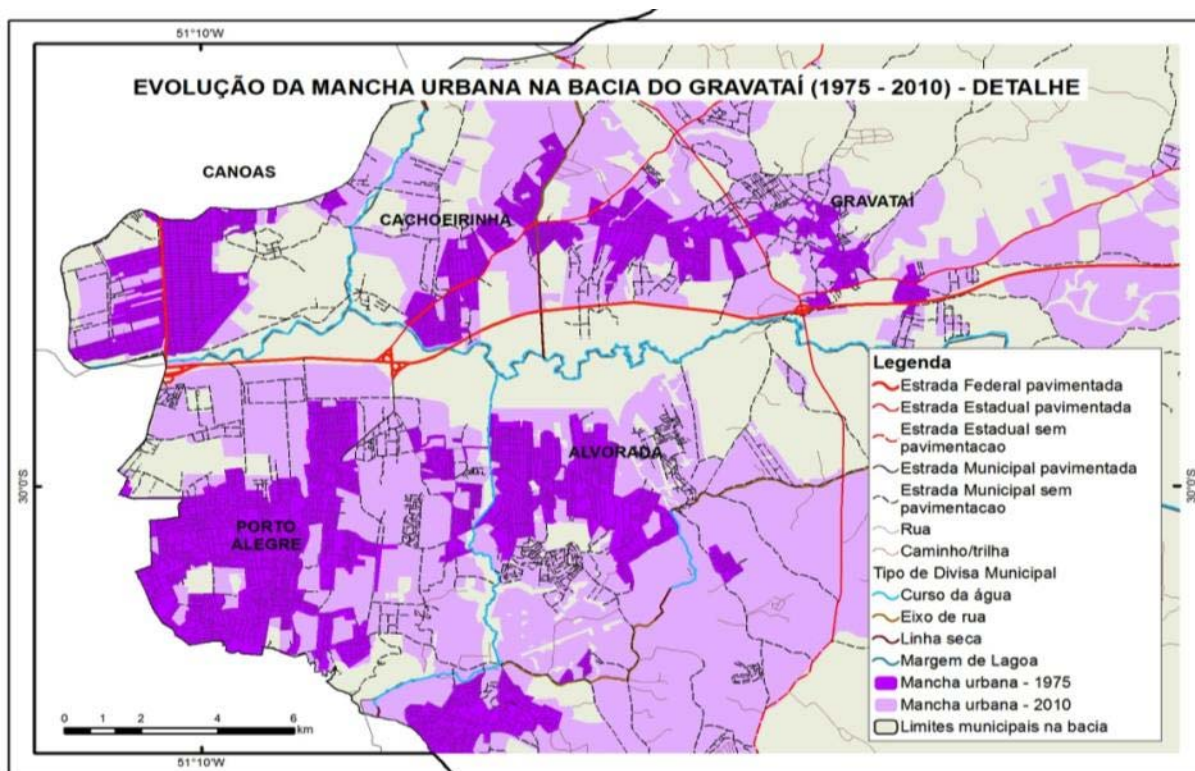


Figura 38 - Mapa da evolução da mancha urbana – detalhe
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

O Quadro 21 representa com clareza o desenvolvimento urbano na Bacia do Gravataí, se comparadas às dimensões das manchas urbanas de 1975 e 2010. Em alguns municípios, como por exemplo, Santo Antônio da Patrulha chega a aumentar sua dimensão em dez vezes neste período.

Os municípios com maior extensão de área ocupada na Bacia do Gravataí são Porto Alegre, Gravataí, Viamão e Alvorada.

Quadro 21 - Mancha urbana na bacia em km² - Evolução entre 1975 e 2010

Mancha Urbana na bacia (km ²)		
MUNICÍPIO	1975	2010
Alvorada	11,78	36,92
Cachoeirinha	6,01	22,45
Canoas	10,53	16,55
Glorinha	0,00	1,42
Gravataí	9,96	59,74
Porto Alegre	25,05	62,26
S. Antônio Patrulha	1,61	16,81
Viamão	16,10	76,72
Total	81,04	292,86

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

O aumento de superfície urbanizada em relação à unidade de área (km²), ou percentual da área total urbanizada em 2010 alcançou para cada município analisado os seguintes valores (área em 1975; área em 2010; Aumento neste período e % de área considerando total de 2010):

- Alvorada: 11,78 km²; 36,92 km²; aumento de 3,1 vezes; 12,6%;
- Cachoeirinha: 6 km²; 22,45 km²; aumento de 3,7; vezes; 7,7%;
- Canoas: 10,5 km²; 16,55 km²; aumento de 1,6 vezes; 5,7%;
- Glorinha: 0,01 km²; 1,42 km²; aumento de 142,0 vezes; 0,5%;
- Gravataí: 9,96 km²; 59,74 km²; aumento de 6,0 vezes; 20,4%;
- Porto Alegre: 25,05 km²; 62,26 km²; aumento de 2,5 vezes; 21,3%;
- Sto Antônio: 1,61 km²; 16,81 km²; aumento de 10,4 vezes; 5,7%;
- Viamão: 16,1 km²; 76,72 km²; aumento de 4,8 vezes; 26,2%;
- Total: 81,01 km²; 292,87 km²; aumento de 3,6 vezes; 100%.

Destaca-se o crescimento da área urbanizada de Gravataí (6 vezes - 20 % da área total urbanizada), Viamão (aumento de 5 vezes e representando 26 % do total de área total urbanizada) e Porto Alegre (aumento de 2,5 vezes e representando 21 % do total da área urbanizada).

O crescimento urbano na área em estudo se deu de forma mais significativa no trecho de jusante, nas unidades de planejamento (Baixo e Médio Gravataí) apresentadas no Quadro 22.

Quadro 22 - Sub-bacias que apresentam significativa área urbanizada na bacia (2010).

MACROUNIDADES	MICROUNIDADES	MUNICÍPIOS	ÁREA URBANIZADA (km ²)	ÁREA URBANIZADA (% DO TOTAL DA BACIA)
BG1 – BaixoGravataí	Baixo Gravataí: Margem Esquerda (Alvorada e POA)	Porto Alegre, Alvorada e Viamão	77,7	3,9%
BG2 – BaixoGravataí	Baixo Gravataí: Margem Direita (Cachoeirinha e Canoas)	Canoas, Cachoeirinha e Gravataí	112,1	5,6%
MG1 – MédioGravataí	Arroios Demétrio e Pinto	Gravataí, Taquara e Glorinha	21,9	1,1%
MG2 – MédioGravataí	Arroios Fiúza, Alexandrina e Banhadodos Pachecos	Viamão e Alvorada	22,3	1,1%

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

A área urbanizada em 1975 era 81,01 km²; alcançando 292,87 km² em 2010, significando um aumento de 3,6 vezes neste período.

3.2.2 Alvorada

Alvorada pertence à mesoregião Metropolitana de Porto Alegre e à microrregião de Porto Alegre, segundo os dados do IBGE (2010) com uma população de 195.673 habitantes.

Foi fundada em 17 de setembro de 1965, antes 3º Distrito de Viamão, chamado de Passo do Feijó, e o nome de Alvorada, acredita-se que seja uma referência ao seu povo constituído em sua maioria por trabalhadores que acordavam nas primeiras horas da manhã para trabalhar na capital do Rio Grande do Sul (Porto Alegre).

Alvorada faz divisa com os municípios de Porto Alegre, Viamão, Gravataí e Cachoeirinha. Em seu território atravessa a rodovia RS-118.

O mapa da mancha urbana de 1975 demonstra um crescimento do município ao longo da avenida Presidente Getúlio Vargas, principal via que atravessa o centro da cidade.

A dimensão da ocupação neste período é de 11,76 km² e passa no ano de 2010 a apresentar 36,92 km², ou seja, mais do que triplicou nesse período.

3.2.3 Cachoeirinha

Cachoeirinha pertence à mesorregião Metropolitana de Porto Alegre, segundo os dados do IBGE (2010) com uma população de 118.278 habitantes. Localiza-se junto ao Rio Gravataí.

A instalação do município de Cachoeirinha, autorizada pela Lei Municipal nº 5.090/65, de 9 de novembro de 1965, deu-se em 15 de maio de 1966, data em que se comemora oficialmente sua emancipação política de Gravataí.

O município faz divisa com Porto Alegre, Canoas, Esteio, Sapucaia do Sul, Gravataí e Alvorada.

O nome Cachoeirinha teve origem em uma pequena queda d'água localizada a cerca de um quilômetro acima da ponte do Rio Gravataí, que impedia a navegação, principalmente em épocas de estiagem.

A mancha de ocupação de 1975 demonstrada no mapa da Figura 37, já apresenta uma ocupação que se desenvolve na Avenida General Flores da Cunha, que em sua continuidade se transforma na RS-020, com uma dimensão neste período de 6,01 km², ao passo que já em 2010, essa mancha evoluiu para 22,45 km², representando um aumento de cerca de 73% no período.

3.2.4 Canoas

Canoas foi fundada em 1939, hoje é a cidade da região metropolitana mais populosa e tem cerca de 329.174 habitantes, segundo dados do IBGE (2010). Embora a história registre o ano de 1871 como o início do povoamento de Canoas, quando houve a inauguração do primeiro trecho da estrada de ferro que ligaria São Leopoldo a Porto Alegre. Canoas pertencia aos municípios de Gravataí e São Sebastião do Caí.

A mancha de ocupação de 1975 demonstrada no mapa da Figura 37, já apresenta uma ocupação que se desenvolve ao longo da BR-116, com uma dimensão neste período de 10,53 km², ao passo que já em 2010, essa mancha evoluiu para 16,55 km², um aumento de cerca de 58% no período.

3.2.5 Gravataí

Gravataí foi emancipada em 1763. Entretanto, foi oficialmente instalada em 1809. Segundo o IBGE (2010), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o município tem 255.762 habitantes. Classificado então como o sexto mais populoso do estado e o terceiro da RMPA.

A versão de sua etimologia é a de que o nome seja uma junção entre o nome de uma espécie de Apiácea (antiga Umbelífera), gravatá, que existia em abundância na região, e a palavra hy, que na língua guarani significa rio.

A mancha de ocupação de 1975 demonstrada no mapa da Figura 37 apresenta uma ocupação que se desenvolve ao longo da avenida principal, Dorival Candido Luz de Oliveira, com uma dimensão de 9,96 km², chegando em 2010 a cerca de 56,74 km², ou seja, quase seis vezes maior.

3.2.6 Glorinha

Em 1834, o município de Gravataí dividia-se em três distritos: Costa de Sapucaia, Freguesia da Aldeia dos Anjos e Passo Grande, mais tarde também conhecido como Rua da Glória.

O distrito criado com denominação de Glória em 1886, estava subordinado ao município de Gravataí. Em 1938 o distrito de Glória tomou o nome de Glorinha e permaneceu distrito de Gravataí. Foi elevado de distrito a município em 1989, assim se desmembrando do município de Gravataí.

O município de Glorinha foi, nos seus primórdios, caminho de tropeiros e carreteiros que passavam pela região. A etnia lusa foi a primeira a povoar o município e os alemães chegaram no século XIX, diversificando a economia do município, que antes baseava-se na agricultura.

Glorinha é um município com 6.891 habitantes segundo os dados do IBGE (2010). Na cartografia sistemática elaborada com fotos dos anos 70, não ocorre presença de mancha urbana. Na base digital do Censo de 2010 já se observa uma mancha urbana de 1,42 km² em um território de 323 km². Considerando estes dados, Glorinha tem um território com baixíssima ocupação. O município é cortado pela RS-030.

3.2.7 Viamão

Viamão é o maior município em extensão territorial da mesorregião Metropolitana de Porto Alegre e da microrregião de Porto Alegre e o 7º mais populoso do Estado do RS, com 251.033 habitantes, segundo dados do IBGE (2010). A importância de Viamão não se limita aos tempos iniciais da colonização do Rio Grande do Sul, quando Porto Alegre ainda não existia como cidade. Era apenas o seu porto. Aliás, quando os casais açorianos que deram início à atual capital chegaram à região, instalaram-se inicialmente em Viamão, em seu distrito de Itapuã.

A mancha de ocupação da cartografia dos anos 70 demonstrada no mapa da Figura 37 apresenta uma ocupação que se desenvolve ao longo da RS-040 e em sua continuidade de forma mais rarefeita pela RS-118, com uma dimensão de 16,10 km², passando já em 2010 para 76,72 km², quase cinco vezes maior.

3.2.8 Porto Alegre

Porto Alegre foi fundada capital do Rio Grande do Sul em 1772, como Freguesia de São Francisco do Porto dos Casais. E só no ano seguinte, passou a se chamar Porto Alegre. A construção havia começado 20 anos antes, com a chegada de 500 casais do Arquipélago de Açores que fixaram moradia à beira do Rio Guaíba. Segundo os dados do IBGE (2010), Porto Alegre tem uma população de 1.409.351 habitantes.

A porção de território de Porto Alegre que constitui a Bacia Hidrográfica do Gravataí se desenvolve ao longo das Avenidas: Assis Brasil (que conecta com Cachoeirinha) e com a Avenida Baltazar de Oliveira Garcia que na sua continuidade conecta-se ao Município de Alvorada.

A mancha de ocupação de 1975 demonstrada no mapa da Figura 37 apresenta uma ocupação de dimensão de 25,05 km², em 2010 a mancha urbana passa para 62,26 km², ou seja, cerca de duas vezes e meia maior.

3.2.9 Santo Antônio da Patrulha

Santo Antônio da Patrulha foi fundada em 3 de abril de 1811 quando recebeu essa denominação em função das patrulhas instaladas em seu território objetivando a cobrança de impostos para a Coroa.

O Município tem 39.685 habitantes, segundo dados do IBGE (2010). A mancha de ocupação de 1975 demonstrada no mapa da Figura 37 apresenta uma ocupação de dimensão de 1,61 km², sendo que em 2010 a mancha urbana passa 16,81 km², cerca de dez vezes maior.

3.3 Planos Diretores Urbanísticos

Os planos diretores urbanísticos buscam planejar o uso do solo na área do município.

A Figura 39 mostra uma visão integrada do zoneamento do uso do solo em todos os municípios da bacia.

A seguir apresenta-se uma análise dos usos do solo de cada município integrante da Bacia, conforme os respectivos planos diretores.

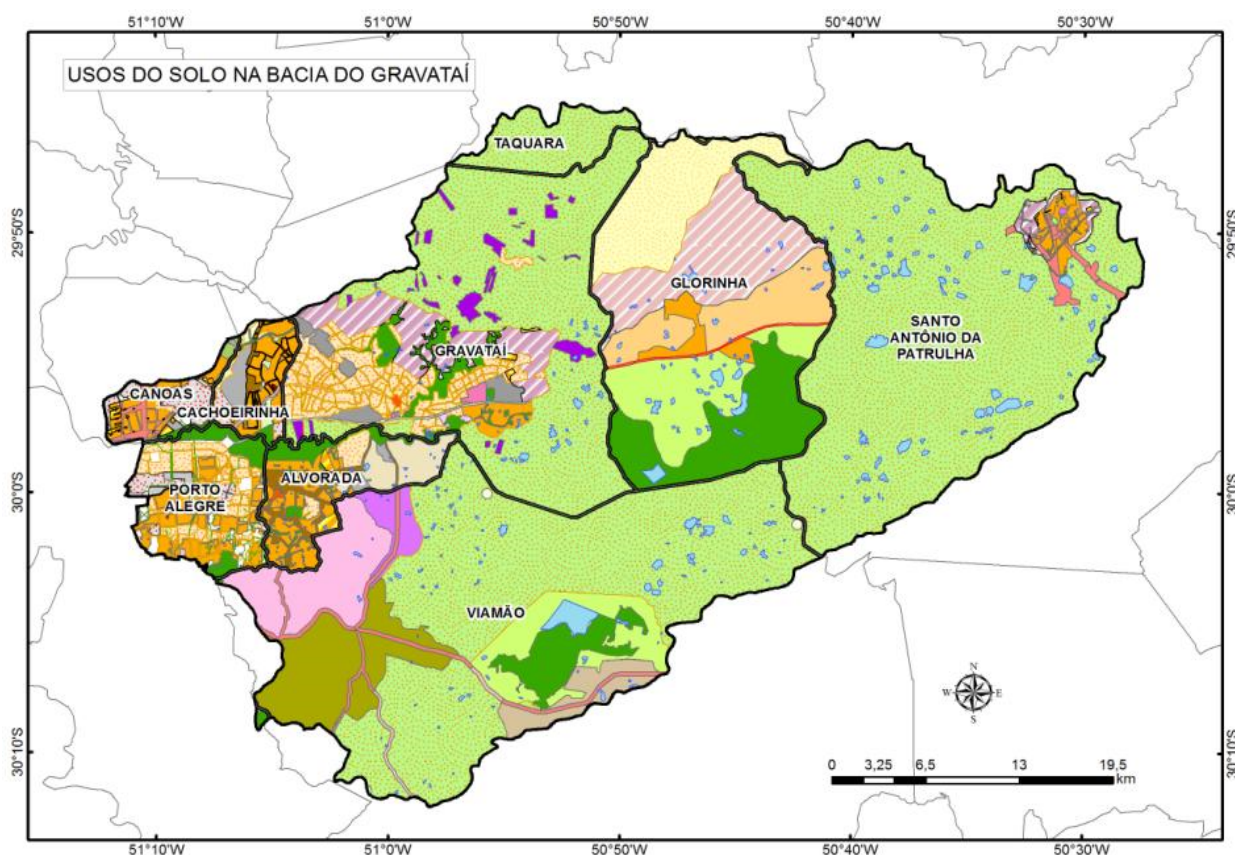


Figura 39 - Planejamento urbano dos municípios que compõem a bacia
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

3.3.1 Alvorada

Este município com área de 71,3 km² está completamente inserido na Bacia, e conta com uma população de 195.673 habitantes (IBGE, 2010).

O Plano Diretor, denominado Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental, entrou em vigor em 2011, pela Lei Municipal nº 2.316 de 05 de janeiro.

Conforme o Plano (Figura 40), a cidade está estruturada em Macrozonas, e estas divididas em zonas de uso, corredores de centralidade e unidades de planejamento.

O município está dividido em 11 macrozonas criadas de acordo com as características históricas do tipo e forma de ocupação, sendo elas: MZ1- Centro, MZ2- Americana – Sumaré, MZ3- Bela Vista, MZ4- Intersul, MZ5 – Algarve, MZ6 – Aparecida, MZ7 – Cocão, MZ8 – Piratini, MZ9 – Formosa – Maria Regina, MZ10 – Umbu, e MZ11- Estância Grande.

As macrozonas, por sua vez, estão divididas em Zonas de Uso, que representam parcelas do território municipal com as mesmas características.

Estas zonas podem ser divididas em quatro grupos: Economia, Habitação, Ambiente Natural e Transição. No primeiro grupo se enquadram: Zona Central I, Zona Central II, Zona Mista e Zona Industrial.

O segundo grupo contempla: Zonas Residenciais I, II, III e IV e Áreas Especiais de Interesse Habitacional. O terceiro grupo contempla Zonas de Preservação. Por fim, as Zonas de Transição estão subdivididas em Zona de Transição I e II.

As maiores taxas de ocupação⁵ estão previstas para as Zonas Centrais (até 90%), Zonas Mistas e Residenciais (até 80%). As Zonas Industriais e de Transição têm Taxa de Ocupação de 50% e as Zonas de Preservação, 30%.

Ao norte o município faz divisa com Cachoeirinha e Gravataí, sendo o Rio Gravataí o divisor natural. Toda esta área está classificada como Zona de Preservação.

Conforme artigo 52 do Plano Diretor “as Zonas de Preservação são áreas públicas e privadas de concentração de matas, margens dos cursos d’água, banhados e sistemas ecológicos de migração da fauna, sujeitas a restrições de uso”.

Estas áreas mesmo não constituindo Áreas de Preservação Permanente necessitam de proteção legal.

A oeste Alvorada faz divisa com Porto Alegre, e as zonas de uso previstas no Plano são Residenciais e de Preservação.

A divisa com Viamão está ao sul, e ali se encontram zonas de Transição (permite uso industrial e atividades rurais existentes até a criação do Plano), Industrial e Residenciais.

⁵Taxa de ocupação: representa percentualmente a parte do terreno que pode ser edificada.

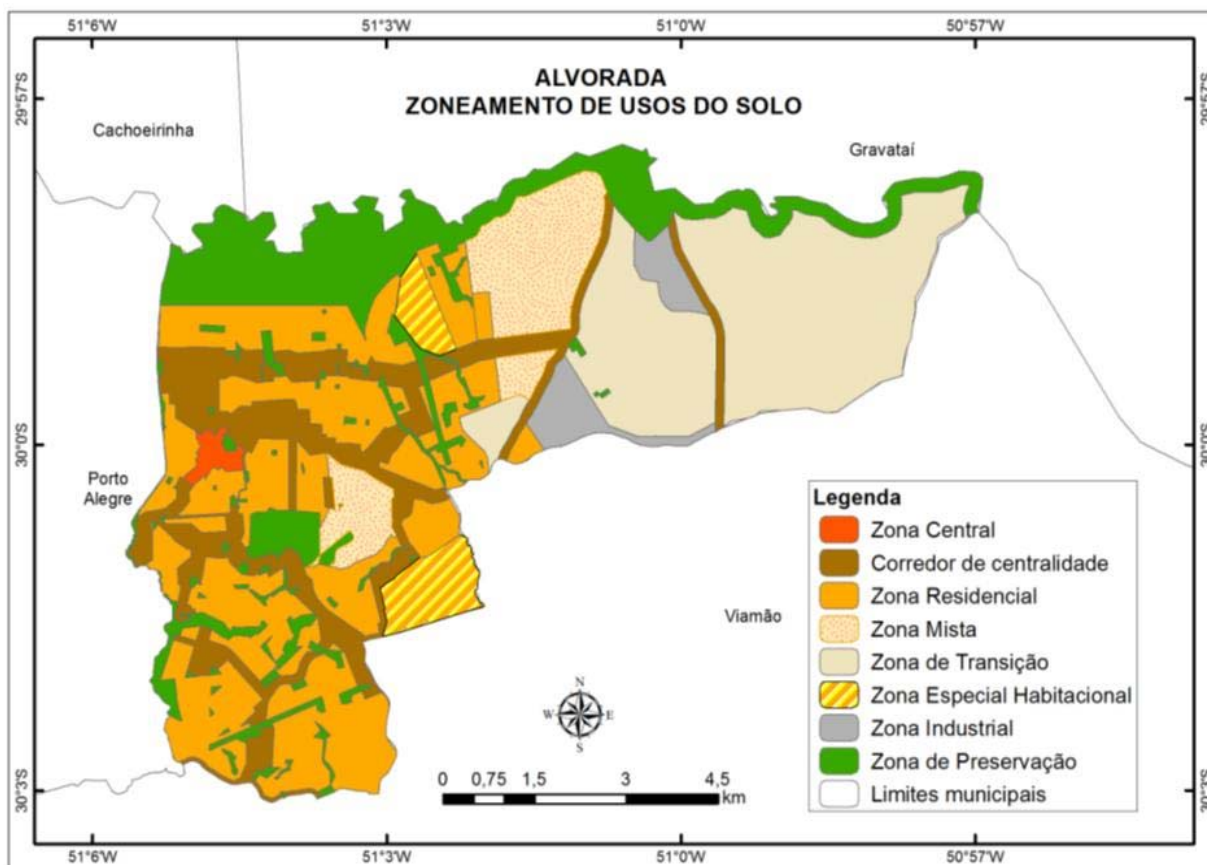


Figura 40 - Zoneamento de usos do solo de Alvorada
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

3.3.2 Cachoeirinha

Cachoeirinha tem aproximadamente 84% do seu território e 100% da mancha urbana na área da Bacia do Gravataí (PRH, 2011). O município tem área de 44 km² e população de 118.278 habitantes (IBGE, 2010).

Seu Plano Diretor, denominado Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, está em vigor desde 2007, através da Lei Municipal Complementar nº 11 de 18 de dezembro.

Conforme o plano (Figura 41) o perímetro urbano compreende todo o território municipal, sendo este dividido em zonas com diferentes usos e intensidades de ocupação.

O território está dividido em: - Zonas Predominantemente Residenciais (ZPR): 1, 2, 3 e 4. - Zonas Mistas: corredor misto Flores da Cunha (CMFC); corredores mistos Não-Residenciais (CMNR); corredores mistos (CM); área de transição urbano-ambiental (ATA). - Zonas Industriais (ZI): 1, 2, e 3.

As Zonas Predominantemente Residenciais 1, 2 e 3 compreendem espaços de urbanização consolidada com tecidos residenciais de diferentes densidades. Já a ZPR 4 corresponde a áreas não urbanizadas e disponíveis para a extensão da urbanização.

O Corredor Misto Flores da Cunha (CMFC) compreende usos comercial e residencial, permitindo edificações em altura e estimulando o adensamento controlado.

Os Corredores Mistos Não-Residenciais (CMNR) visam à implantação de atividades não-residenciais geradoras de tráfego e ruído, tais como comércio e indústrias de baixo e médio potencial poluidor.

Além disso, têm o papel de definir uma faixa de transição entre os grandes eixos viários e os tecidos residenciais adjacentes.

Os Corredores Mistos (CM) são faixas com maior densidade e variedade de estabelecimentos comerciais inseridas em meio às Zonas Predominantemente Residenciais, onde é permitida a atividade residencial.

As Áreas de Transição Urbano-Ambiental (ATA) são zonas de amortecimento entre as áreas de ocupação intensiva e as Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação.

Estas áreas, conforme o Plano, devem manter um padrão rarefeito, com baixa densidade, definida por habitação unifamiliar e atividades de baixo impacto.

Por fim, as Zonas Industriais compreendem áreas de uso industrial com baixo, médio e alto potencial poluidor, além de comércio e serviços diversificados com interferência ambiental. Estas zonas não permitem uso residencial.

Ao Sul o município faz divisa com Porto Alegre e Alvorada, tendo o Rio Gravataí como divisor natural. Por este motivo, estas divisas estão zoneadas com Área de Preservação Permanente (APP).

Outras áreas de APP localizam-se ao longo do Arroio Passo Grande (sul do município) e do Arroio Brigadeira (norte do município e da Bacia).

Na sequência das APPs encontram-se as Áreas de Transição Urbana e Ambiental (ATA) que conforme o Plano, devem manter um padrão rarefeito, com baixa densidade, definida por habitação unifamiliar e atividades de baixo impacto, preferencialmente de turismo ecológico, lazer e cultura [...] (PDDU, 2007:12).

A Leste o município faz divisa com Gravataí, tendo o sistema viário (Avenidas Concórdia, Bom Princípio e Marechal Rondon) como divisor. Esta faixa com aproximadamente 9 km de extensão, está classificada como Corredor Misto (ZM) em Zona Predominantemente Residencial (ZPR). Conforme o Plano Diretor está previsto para esta faixa a construção da Perimetral Leste.

Vale ressaltar que a maior densidade demográfica de Cachoeirinha se encontra na faixa de divisa com Gravataí, podendo-se constatar o fenômeno de conturbação.

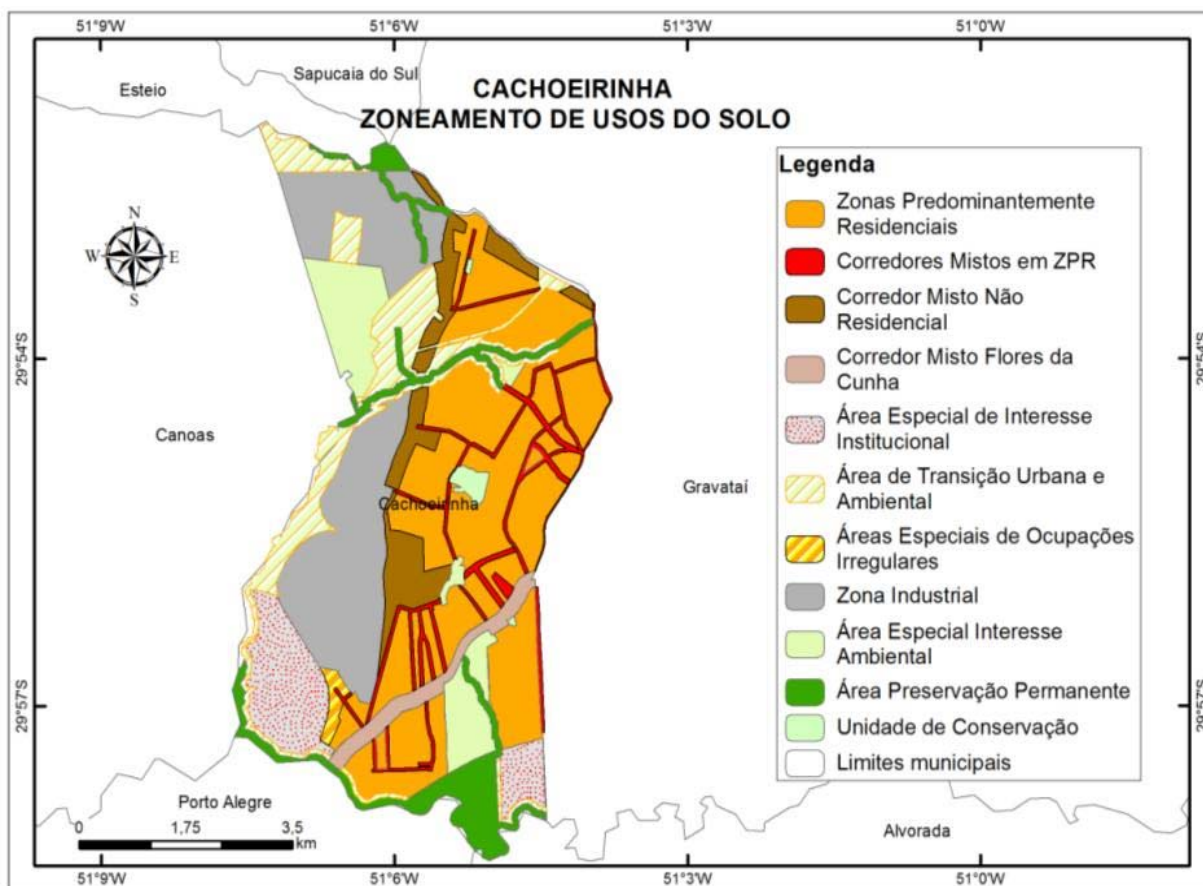


Figura 41 - Zoneamento de usos do solo de Cachoeirinha
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Cachoeirinha faz divisa com Canoas ao oeste, tendo o Arroio Brigadeira como divisor natural. O curso do arroio é classificado como APP, e na sequência tem-se a Área de Transição Urbana e Ambiental (ATA).

3.3.3 Canoas

Canoas tem aproximadamente 25% de seu território e 21% da área urbana na Bacia do Gravataí (PRH, 2011). Seu Plano Diretor, Lei nº 5.341 de 22 de outubro de 2008, é denominado Plano Diretor Urbano Ambiental, e determina que a totalidade do município é urbana. Conforme o Plano (Figura 42), o território está dividido em Zona de Urbanização Prioritária e Zona de Urbanização Secundária.

Enquanto a primeira zona se configura como prioritária para ocupação urbana, a segunda se configura como zona de reserva para urbanização, comportando atividades de produção e agrícolas. No que se refere ao território municipal dentro da Bacia, sua totalidade é classificada como Zona de Urbanização Prioritária.

O território divide-se ainda em Macrozonas, Zonas de Monitoramento e Zonas de Uso. As Macrozonas são definidas como parcelas do território com características peculiares quanto a aspectos socioeconômicos e/ou paisagísticos e ambientais, divididas por elementos físicos ou geográficos. A área da Bacia abrange integralmente as macrozonas 5 e 6 e parte da macrozona 4.

A Macrozona 4 é constituída por bairros residenciais consolidados e em consolidação; a Macrozona 5, por bairros consolidados tradicionais, vazios urbanos em ocupação e por atividades industriais vinculadas ao rio; e a Macrozona 6 é a região onde se localiza a Base Aérea, áreas industriais, e os bairros mais antigos e consolidados.

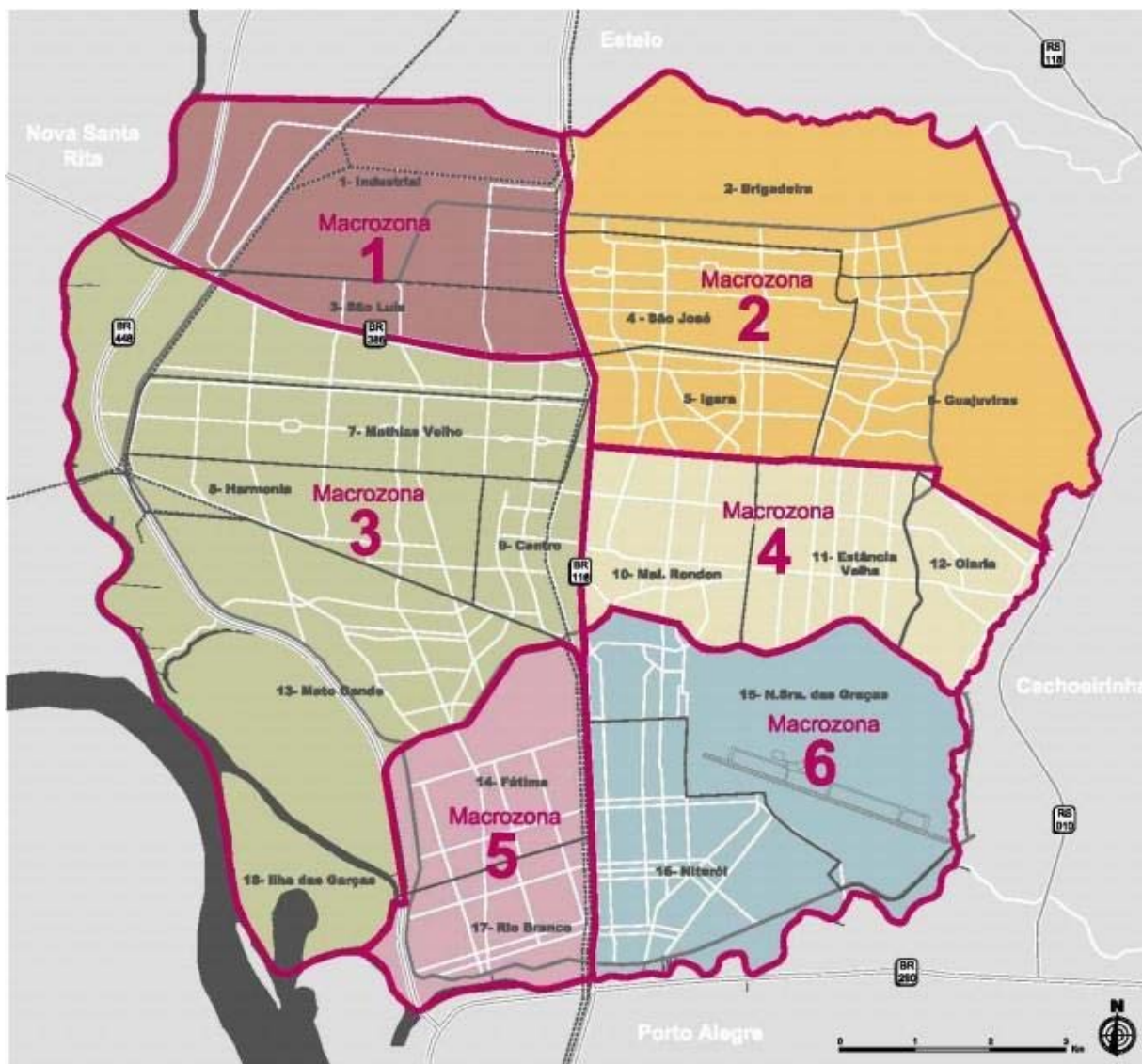


Figura 42 - Macrozoneamento de Canoas
(Fonte: Plano Diretor Municipal, 2008 ou 2006)

As Zonas de Uso são definidas como parcelas do território municipal, propostas com as mesmas características, em função de peculiaridades a serem estimuladas nas seguintes categorias: Zonas de Uso Residencial, Zonas de Uso Misto, Zonas de Uso Comercial, Zonas de Uso Industrial, Distritos Industriais, Zonas Especiais, Zonas de Produção Agrícola, e Zona de Orla.

Na Figura 43 optou-se por evidenciar o território que integra a bacia, aplicando-lhe cores mais fortes, e na legenda apresentar apenas os usos existentes na área em destaque.

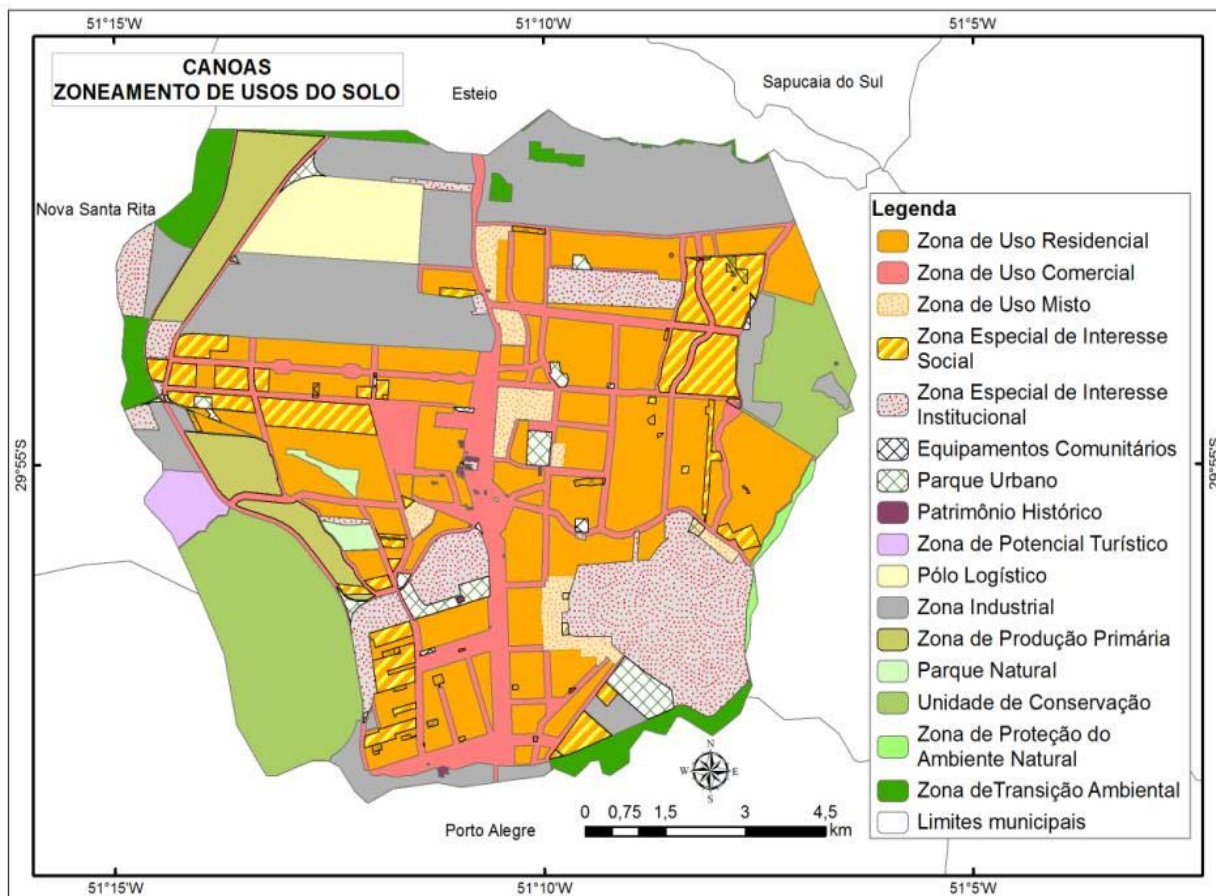


Figura 43 - Zoneamento de usos do solo de Canoas
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Na área de bacia observa-se os seguintes usos: Zonas de Uso Residencial; Zonas de Uso Comercial, Zonas de Uso Misto (onde estimula-se igualmente atividades residenciais e comerciais) e Zonas Industriais.

Observa-se também Zonas Especiais de Interesse Social, destinadas à produção e à manutenção de Habitação de Interesse Social (HIS), com destinação específica, normas próprias de uso e ocupação do solo; Zona Especial de Interesse Institucional, que consistem em áreas públicas ou privadas destinadas à implantação de equipamentos urbanos e comunitários.

Estas áreas referem-se à Base Aérea de Canoas e ao V Comando Aéreo Regional. Tem-se ainda as Zonas Especiais de Interesse do Ambiente Natural, subdivididas em Unidades de Conservação; Zonas de Proteção do Ambiente Natural; Zonas de Transição Ambiental; e Parques Urbanos e Naturais (que parecem na legenda como Áreas verdes/ Institucionais).

A Leste o município faz divisa com Cachoeirinha, tendo o Arroio Brigadeira como divisor natural.

Esta faixa encontra-se classificada como Zonas de Proteção do Ambiente Natural (ZPAN), e mais a norte como Unidade de Conservação (Parque Fazenda Guajuviras). A ZPAN caracteriza-se como zona privada destinada a atividades de perpetuação e a sustentabilidade do patrimônio natural.

Ao Sul Canoas faz divisa com Porto Alegre, tendo o Rio Gravataí como divisor natural. Cerca de 5 km da faixa de divisa estão classificados como Zona de Transição Ambiental, que de acordo com o Plano Diretor tem a função de preservar a biota, áreas de alagamento dos mananciais hídricos e a mata ciliar existente. Uma pequena parte da faixa de divisa está classificada como Zona Industrial.

3.3.4 Gravataí

Gravataí tem aproximadamente 86% de seu território e 100% da área urbana na Bacia do Gravataí (PRH, 2011). Seu Plano Diretor, Lei nº 1.864 de 30 de dezembro de 2002, é denominado Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, e será compatível com as diretrizes do desenvolvimento regional da Região Metropolitana e de Porto Alegre.

Conforme o Plano (Figura 44), o território está dividido em área urbana (área interna ao perímetro urbano definido em lei) e área rural (área restante ao distrito-sede).

O uso e a ocupação do solo do distrito-sede é definido em função de normas relativas às macrozonas, no que se refere aos índices urbanísticos, ao regime de atividades e usos especiais, aos dispositivos de controle das edificações e dos parcelamentos e ao sistema viário, podendo ser redefinidos em Áreas Especiais, em função dos respectivos projetos.

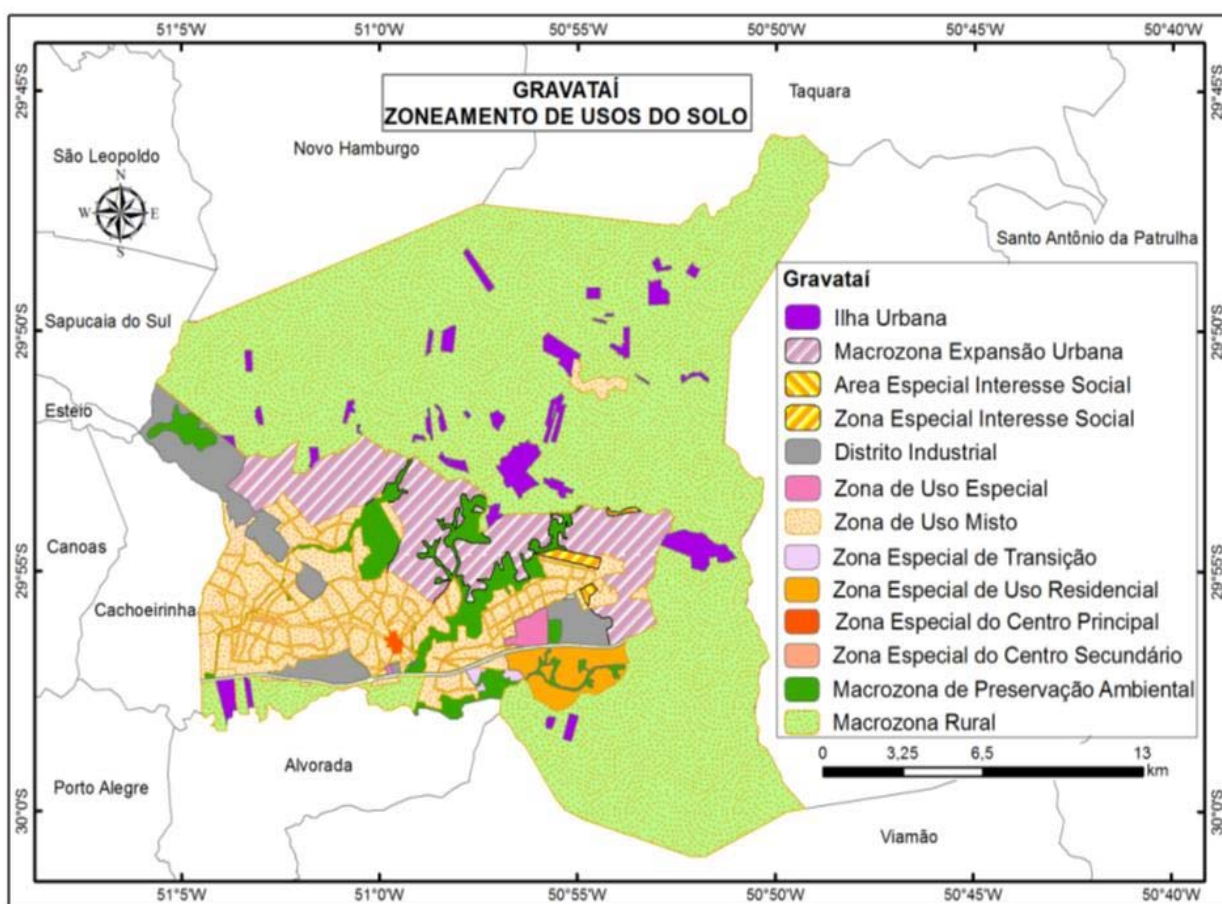


Figura 44 - Zoneamento de usos do solo de Gravataí
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

As Áreas Especiais (áreas que exigem regime urbanístico próprio) dividem-se em: Área especial de Interesse Institucional (AEII), Áreas Especiais de Interesse Social (AEIS), Áreas Especiais de Interesse Ambiental (AEIA) e Áreas Especiais de Revitalização (AER).

A área urbana fica dividida nas seguintes macrozonas, diferenciadas para efeito de uso e ocupação do solo: Macrozona de Ocupação Prioritária, Macrozona de Expansão Urbana e Macrozona de Preservação Ambiental.

3.3.5 Glorinha

Glorinha tem 100% de seu território e 100% da área urbana na Bacia do Gravataí (PRH, 2011). O Plano Diretor, Lei nº677 de 02 de junho de 2004, é denominado Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Integrado.

Para efeito de ocupação e uso do solo (Figura 45), fica o município dividido em Área urbana (área onde existam edificações e que compreenda pelo menos dois itens de serviços públicos ou de infraestrutura básica) e Área rural (restante do município, não destinado a fins urbanos).

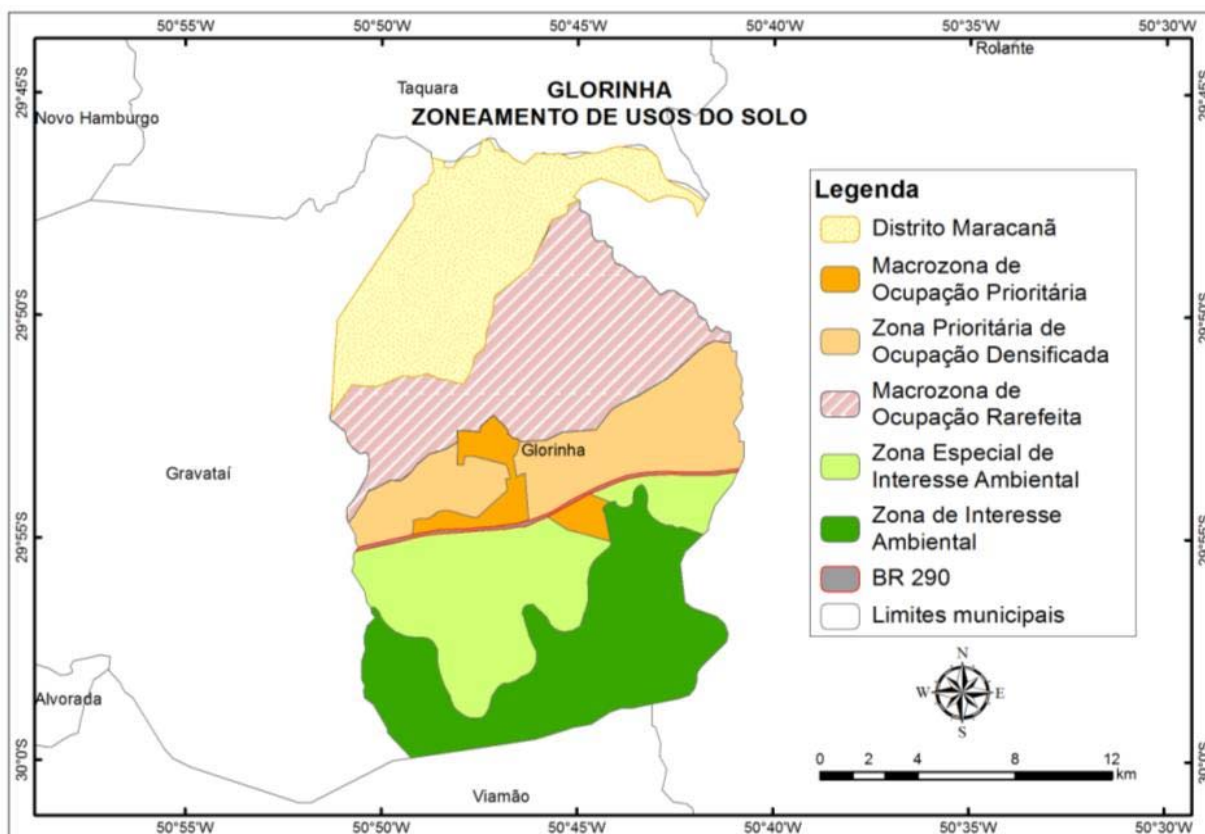


Figura 45 - Zoneamento de usos do solo de Glorinha
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

O município está dividido em três macrozonas, que podem abranger zonas rurais e urbanas: Macrozona de Interesse Ambiental (MIA), Macrozona de Ocupação Prioritária (MOP) e Macrozona de Ocupação Rarefeita (MOR). A Macrozona de Interesse Ambiental está dividida em Zona de Preservação Ambiental e Zona Especial de Interesse Ambiental. Enquanto a primeira zona admite apenas usos especiais, a segunda admite usos Residenciais Unifamiliar, Comércio, Serviços, Agricultura e Pecuária.

3.3.6 Viamão

Viamão tem 38% de seu território e 86% da área urbana na Bacia do Gravataí (PRH, 2011).

O Plano Diretor, de Viamão, Lei nº3.530/2006, define princípios, políticas, estratégias e instrumentos para o desenvolvimento municipal e para o cumprimento da função social da propriedade.

Para efeito de ocupação e uso do solo (Figura 46), fica o município dividido em Área urbana (área onde existam edificações e que compreenda pelo menos dois itens de serviços públicos ou de infraestrutura básica e Área rural (restante do município, não destinado a fins urbanos).

Em Viamão o território está dividido em macrozonas, zonas especiais e setores, sendo os dois últimos caracterizados como áreas do território que exigem tratamento especial na definição de parâmetros reguladores de usos e ocupação do solo.

Os setores são áreas que se sobrepõem à macrozona.

Existem também os Eixos de comércio e serviços, caracterizados por ser uma região de: entorno da rodovia RS-040, concentração de infraestrutura (comércio, serviços e turismo), fluxo rodoviário e urbano intensos, principal acesso à Porto Alegre e ao Litoral, bem como, a indução de ocupação do Município.

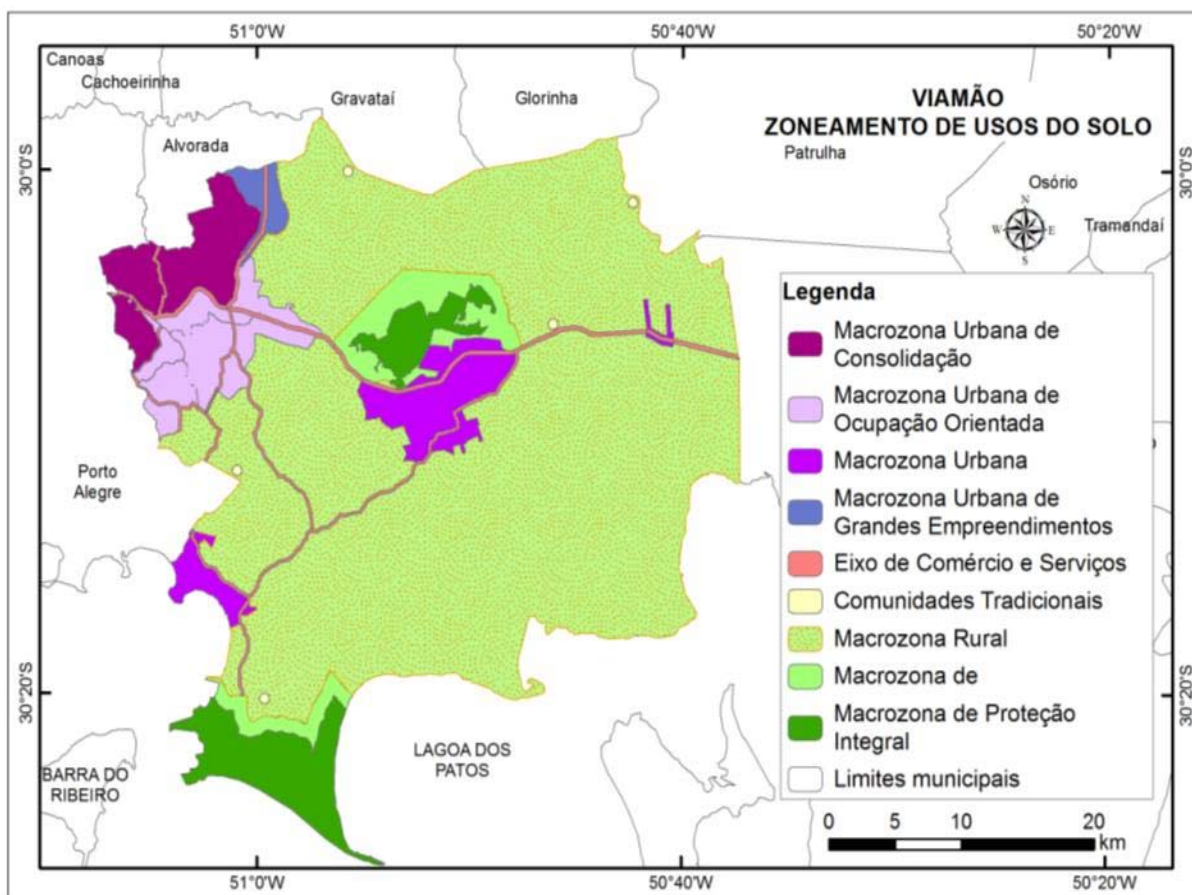


Figura 46 - Zoneamento de usos do solo de Viamão
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

3.3.7 Porto Alegre

Porto Alegre tem 20% de seu território e 27% da área urbana na Bacia do Gravataí (PRH, 2011).

Seu Plano Diretor, Lei nº646, de 22 de julho de 2010, defini princípios, estratégias e modelo especial para o desenvolvimento municipal e para o cumprimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana.

Para efeito de ocupação e uso do solo (Figura 47) , fica o município dividido em Área de ocupação intensiva (AOI - é a parte da cidade onde a concentração de pessoas e negócios ocorrem de forma mais prioritária), Área de interesse ambiental (são os espaços físicos que, pelas suas características, devam ter a sua ocupação e utilização reguladas, no sentido de conservar o patrimônio ambiental do Município, natural ou cultural) e Área de ocupação rarefeita (AOR - é a parte da cidade onde deve haver baixíssima densificação e um maior cuidado com a natureza).

Em Porto Alegre o território está dividido em 8 macrozonas, sendo que 4 recaem na Bacia do Gravataí: MZ 2 – Corredor de Desenvolvimento, MZ 3 – Cidade Xadrez, MZ 4 – Cidade de Transição, e MZ 8 – Cidade Rururbana. Quanto aos elementos estruturadores do Modelo Espacial, o mesmo divide-se em: 1- Centro Histórico, 2- Corredores de Centralidade, 3- Corredor de Urbanidade, 4- Corredor de Desenvolvimento, 5- Corredor de Produção e 6- Corredor Agroindustrial.

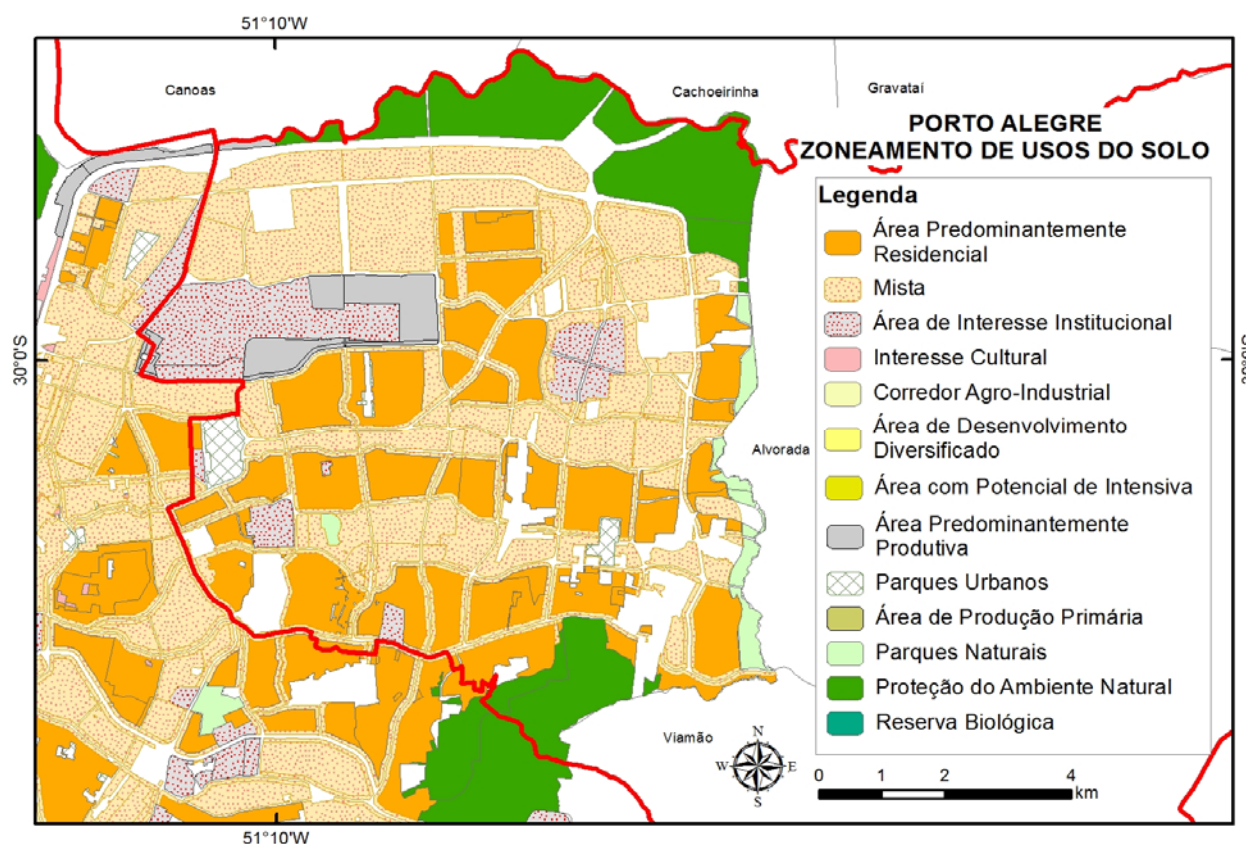


Figura 47 - Zoneamento de usos do solo de Porto Alegre na Bacia do Gravataí
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

As zonas de uso são concebidas de acordo com os seguintes conceitos básicos: Cidade Miscigenada, Policentralidade, Centralidade, Incômodo, Impacto, Manutenção do Patrimônio Ambiental e Estimulo à produção primária.

Representam parcelas do território municipal na Bacia do Gravataí, propostas com as mesmas características, em função de peculiaridades a serem estimuladas nas seguintes categorias: Áreas Predominantemente Residenciais, Áreas Mistas, Áreas Predominantemente Produtivas, Áreas de Interesse Institucional, Áreas de Proteção do Ambiente Natural, Parque Natural, Parques Urbanos.

Não ocorrem na região da Bacia do Gravataí áreas que são mais características do Centro e Zona Sul de Porto Alegre: Áreas de Interesse Cultural, Reserva Biológica, Áreas de Desenvolvimento Diversificado, Áreas de Produção Primária, Corredor Agroindustrial, Área com Potencial de Intensiva e Áreas Especiais de Interesse Recreativo e Desportivo.

3.3.8 Santo Antônio da Patrulha

Santo Antônio da Patrulha tem 44% de seu território e 100% da área urbana na Bacia do Gravataí (PRH, 2011). Seu Plano Diretor, Lei nº044 de 10 de outubro de 2006, é denominado Plano Diretor Participativo de Desenvolvimento Urbano.

Para efeito de ocupação e uso do solo (Figura 48), fica o território do município dividido em Zona urbana (áreas incluídas no interior do perímetro urbano) e Zona rural (área do território do município não incluída no interior do perímetro urbano).

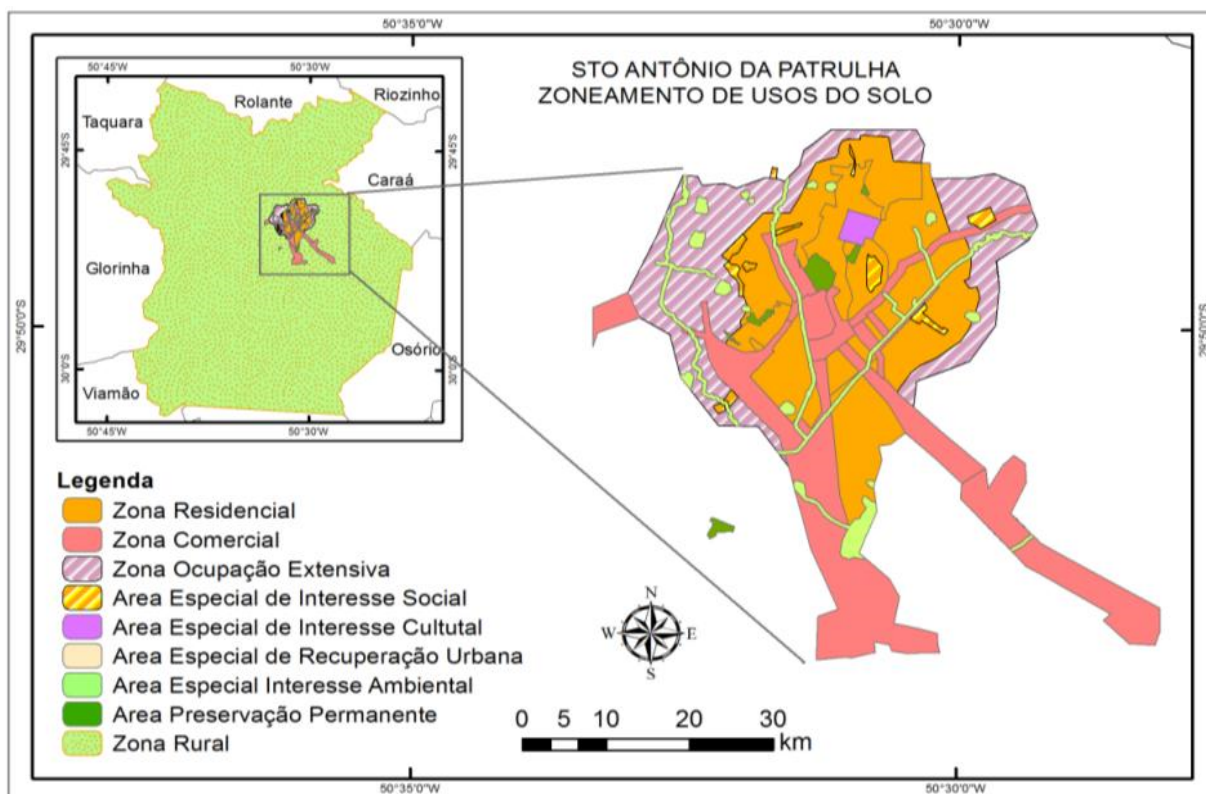


Figura 48 - Zoneamento de usos do solo de Santo Antônio da Patrulha
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

A zona rural fica submetida às diretrizes de ocupação definidas pelo Plano Ambiental de Santo Antônio da Patrulha. A zona urbana é subdividida por Área de Proteção Permanente, Áreas Especiais de Interesse Social, Áreas Especiais de Interesse Ambiental, Área Especial para Constituição de Reserva Fundiária, Área Especial de Recuperação Urbana, Área Especial de Interesse Cultural, Áreas Residenciais, Núcleo Central de Densificação e Zona de Ocupação Extensiva.

Quanto aos usos, em cada zona ficam estabelecidos os incentivados e os proibidos, sendo permissíveis quaisquer outros usos, adotando-se para tal fim as seguintes definições: Uso Incentivado (deverá predominar na zona, caracterizando-a),

Uso Permissível (uso capaz de se desenvolver na zona sem comprometer suas características) e Uso Proibido (uso conflitante em relação as características estabelecidas para a zona).

3.4 Interfaces e Compartilhamentos de Sub-Bacias

A presença dos recursos hídricos configurando os limites físicos intermunicipais gera uma dependência em termos de planejamento no que tange aos diferentes cenários propostos nos PMSB's, e conseqüentemente na Bacia do Rio Gravataí como um todo.

O Quadro 23 a seguir, apresenta para cada município, a hidrografia limítrofe e as interfaces de recebimento e descarga de recursos hídricos.

Quadro 23 - Interfaces físicas e de planejamento em recursos hídricos

MUNICÍPIO	HIDROGRAFIA LIMÍTROFE	INTERFACE
CACHOEIRINHA	Arroio Brigadeira com o município de Canoas; Arroio Sapucaia com o município de Esteio; Rio Gravataí com o município de Porto Alegre; Arroio Barnabé com Gravataí	Recebimento direto das águas dos Arroios Brigadeira e Sapucaia do município de Gravataí.
		Descarrega diretamente no município de Canoas, os Arroios Sapucaia, Brigadeira e Rio Gravataí.
		Descarrega diretamente no município de Cachoeirinha e Canoas, o Arroio Sapucaia.
GLORINHA	Arroio Miraguaia com o município de Santo Antônio da Patrulha, Arroio do Pinto com o município de Gravataí, Rio Gravataí com o município de Viamão.	Recebimento direto das águas do Arroio Miraguaia do município de Santo Antônio da Patrulha.
		Descarrega diretamente no município de Gravataí, o Rio Gravataí e Arroio do Pinto.
SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA	Arroios com o município de Riozinho, Caraá, Osório, Glorinha e município de Taquara, Rio Rolante com o município de Taquara.	Recebimento direto das águas do Arroio Riozinho do município de Rolante e Rio dos Sinos do município de Taquara.
		Descarrega diretamente no município de Osório o Arroio Carvalho e Rio dos Sinos para Caraá.
GRAVATAÍ	Rio Gravataí com Viamão e Alvorada, Arroio Barnabé com Cachoeirinha, Arroio do Pinto com o município de Glorinha	Recebimento direto das águas do Rio Gravataí de Glorinha e Viamão
		Descarrega diretamente no município de Canoas e Viamão o Rio dos Sinos e Arroio Águas Mortas (Brigadeira) em Cachoeirinha.
CANOAS	Arroio Brigadeira com Cachoeirinha, Rio Gravataí com Porto Alegre, Rio dos Sinos com Nova Santa Rita. Arroio Sapucaia com Esteio.	Recebimento direto das águas do Rio Gravataí de Cachoeirinha
		Descarrega diretamente no Delta do Jacuí o Rio Gravataí
PORTO ALEGRE	Arroio Feijó com Alvorada, Rio Gravataí com Canoas	Recebimento direto das águas do Rio Gravataí de Alvorada
		Descarrega diretamente no Delta do Jacuí o Rio Gravataí
VIAMÃO	Rio Gravataí com os municípios de Gravataí e Glorinha	Recebimento direto das águas do Rio Gravataí de Santo Antônio da Patrulha
		Descarrega diretamente no município de Alvorada.
ALVORADA	Arroio Feijó com Porto Alegre e Rio Gravataí com Porto Alegre e Gravataí	Recebimento direto das águas do Rio Gravataí e contribuintes de Viamão
		Descarrega diretamente no município de Alvorada.

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

As interfaces e compartilhamentos de sub-bacias serão demonstradas partindo do mapa de toda a bacia apresentado na Figura 49, onde observa-se os municípios, divisas políticas e quando coincidir a divisa hídrica.

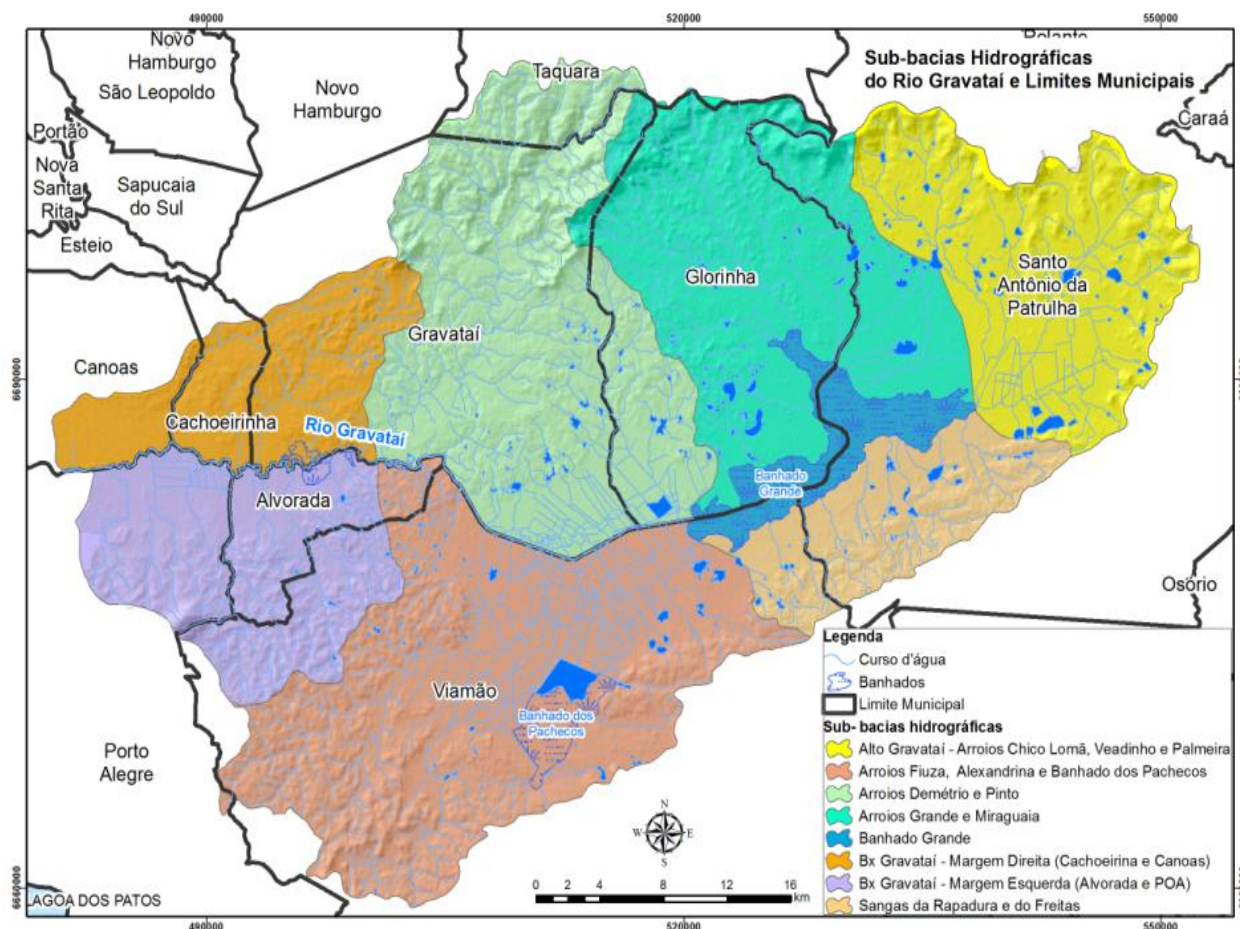


Figura 49 - Sub-bacias hidrográficas do Rio Gravataí e limites municipais
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Para melhor demonstrar estas interfaces, apresenta-se nos itens a seguir a descrição destas fronteiras dos municípios, confrontando seus planos diretores.

3.4.1 Limites Municipais e Planejamento Urbano

- **Canoas e Cachoeirina**

Ao longo do Arroio Brigadeira encontra-se Zonas de Preservação Ambiental tanto em Canoas, como em Cachoeirina.

Num segundo momento, em Canoas identifica-se uma Zona Especial de Interesse Institucional seguido de Zona de Uso Residencial, e ao norte, Unidade de Conservação e uma pequena Zona Industrial.

Em Cachoeirina também se identifica, em menor proporção, uma Área Especial de Interesse Institucional, seguido de uma Área de Transição Urbana e Ambiental e de uma extensa Zona Industrial.

A Figura 50 detalha essa interface entre os municípios.

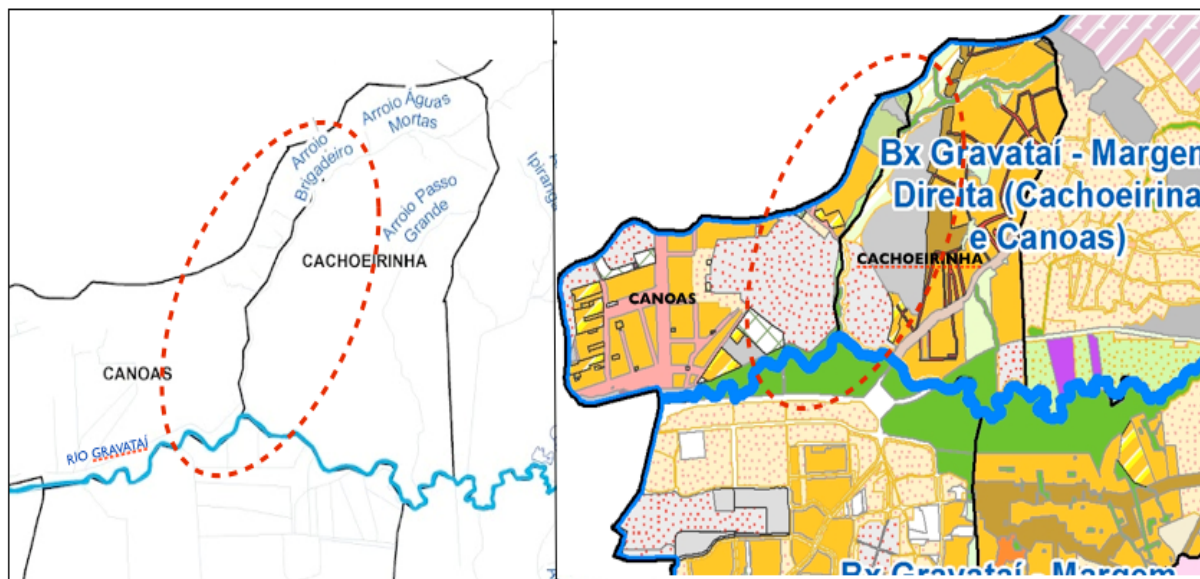


Figura 50 - Interface entre Canoas e Cachoeirinha
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

- **Canoas e Porto Alegre**

Ao longo do Rio Gravataí, em Porto Alegre, identifica-se uma extensa Área de Proteção do Ambiente Natural seguido de uma área denominada Mista 01.

Em Canoas incide num primeiro momento Zona de Transição Ambiental, seguido de diversos usos ao longo da divisa: Área Especial de Interesse Institucional, Áreas Verdes/Institucionais, Zona Industrial e Zona de Uso Residencial.

A Figura 51 melhor detalha essa interface entre os municípios.

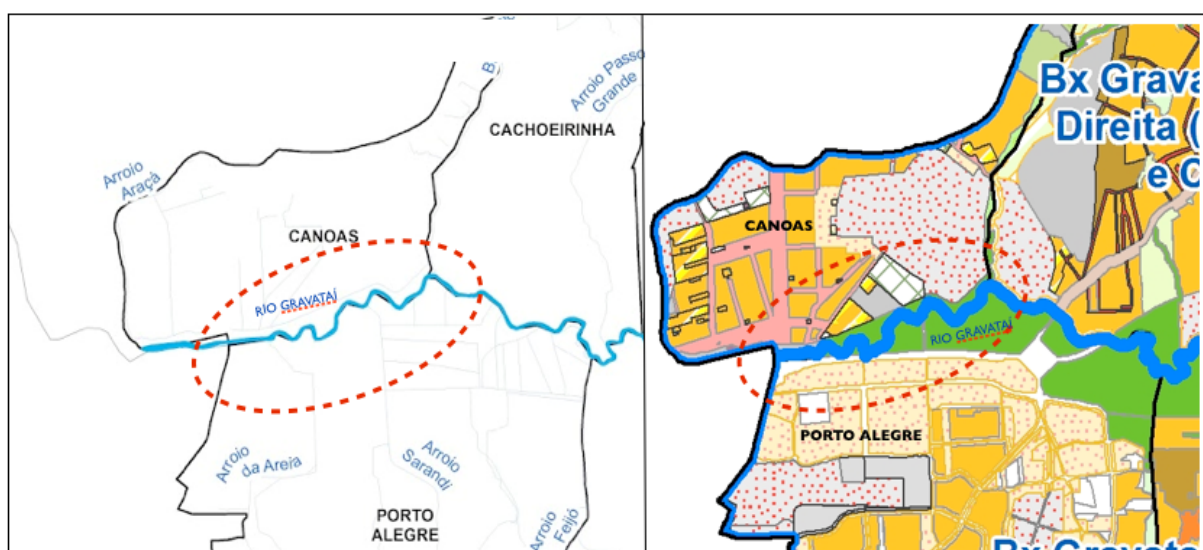


Figura 51 - Interface entre Canoas e Porto Alegre
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

- **Porto Alegre e Cachoeirinha**

Ao longo do Rio Gravataí, em Porto Alegre, identifica-se uma extensa Área de Proteção do Ambiente Natural seguido de uma área denominada Mista 01. Em Cachoeirinha incide, na maior parte da divisa, Área Especial de Interesse Institucional e Zona de Uso Residencial, por fim identifica-se uma Área de Preservação Permanente. A Figura 52 detalha essa interface entre os municípios.

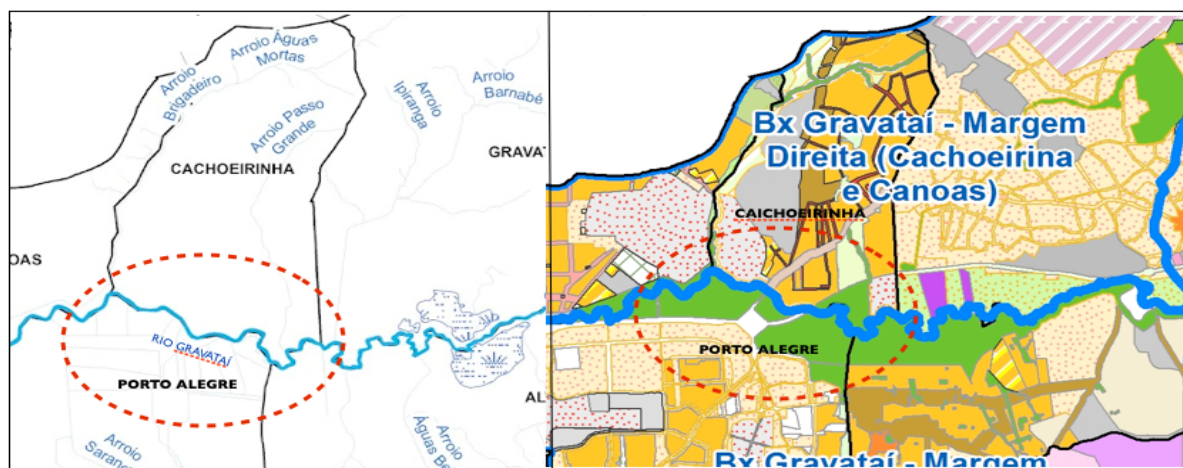


Figura 52 - Interface entre Porto Alegre e Cachoeirinha
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

- **Porto Alegre e Alvorada**

Ao longo do Arroio Feijó, em Porto Alegre, identifica-se num primeiro momento uma área de Parque Natural, seguido de Área Predominantemente Residencial e Mista 01, ao norte incide área de Proteção do Ambiente Natural. Em Alvorada identifica-se uma Zona Residencial mesclada com Corredor de Centralidade, e ao norte uma Zona de Preservação. A Figura 53 melhor detalha essa interface.

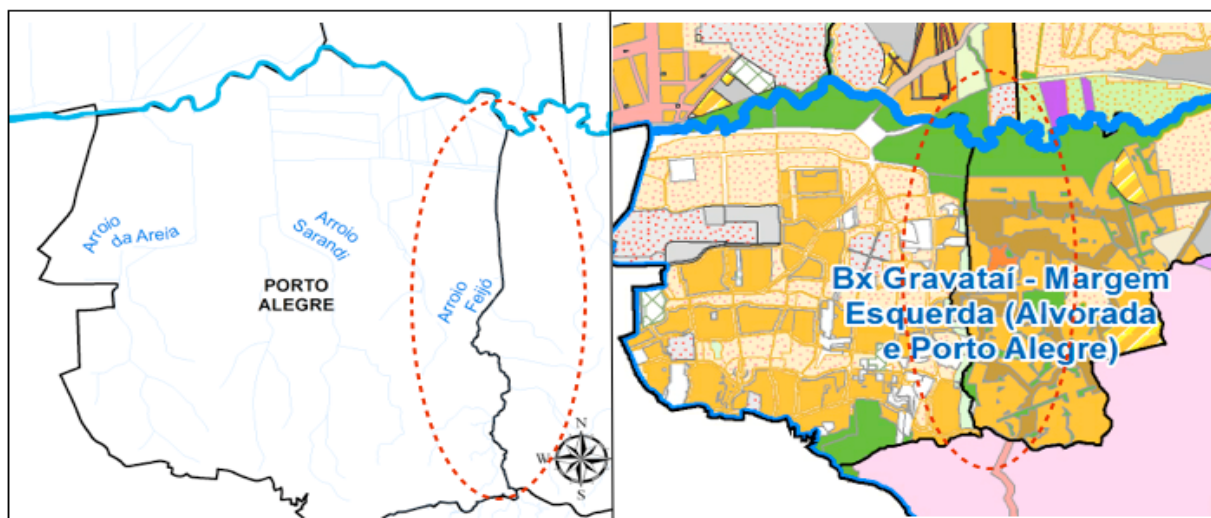


Figura 53 - Interface entre Porto Alegre e Alvorada
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

- **Porto Alegre e Viamão**

Em Porto Alegre identifica-se uma Área de Proteção do Ambiente Natural seguido de Área Predominantemente Residencial e em Viamão, predomina uma Macrozona Urbana de Consolidação. A Figura 54 detalha melhor essa interface.

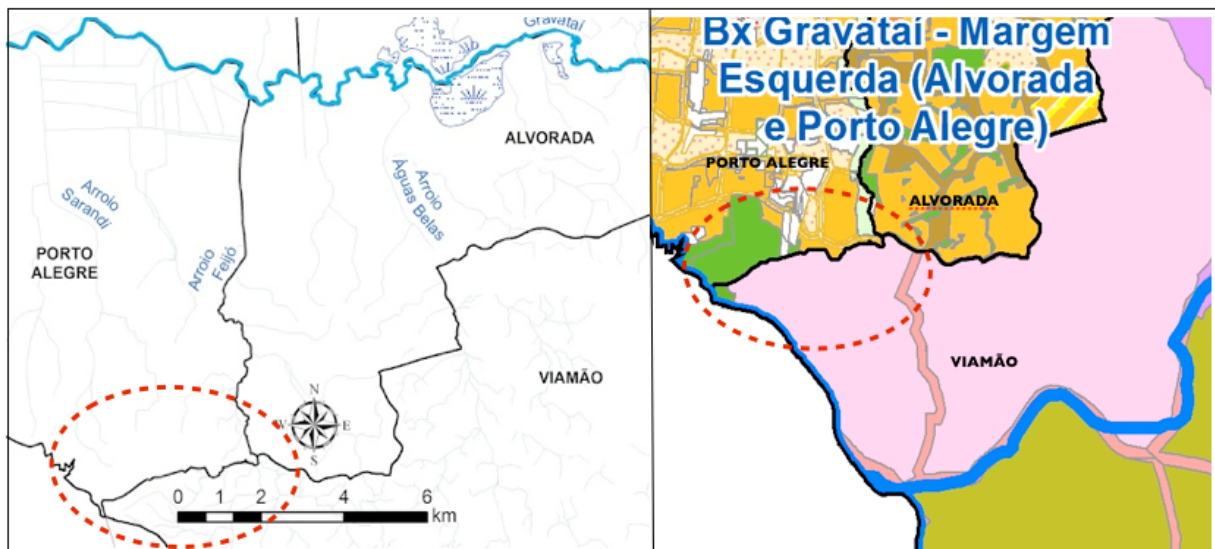


Figura 54 - Interface entre Porto Alegre e Viamão
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

- **Alvorada e Gravataí**

Ao longo do Rio Gravataí, em Alvorada, identifica-se uma extensa Zona de Preservação, seguido de Zona Residencial, Zona Mista e Zona de Transição.

Em Gravataí incide na maior parte uma Macrozona Rural, com dois pequenos trechos de Ilha Urbana e Zona de Uso Misto. A Figura 55 detalha melhor essa interface.

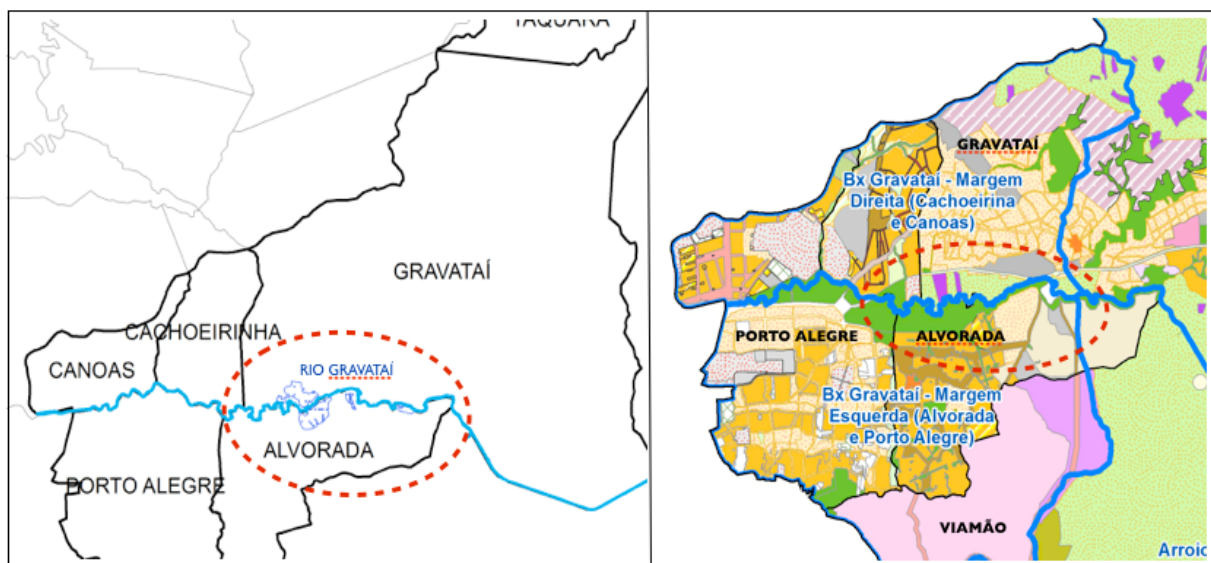


Figura 55 - Interface entre Alvorada e Gravataí
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

- **Alvorada e Viamão**

Em Alvorada, ao longo da divisa com Viamão, identifica-se a Oeste uma Zona Residencial, pequenos trechos de Corredor de Centralidade e uma Zona Especial Habitacional.

Em Viamão incide na maior parte Macrozona Urbana de Consolidação, seguido de uma Macrozona Urbana de Grandes Empreendimentos e de uma Macrozona Rural.

A Figura 56 melhor detalha essa interface.



Figura 56 - Interface entre Alvorada e Viamão
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

- **Viamão e Gravataí**

Ao longo do Rio Gravataí, tanto em Viamão como em Gravataí, incide uma Macrozona Rural.

A Figura 57, detalha melhor essa interface.

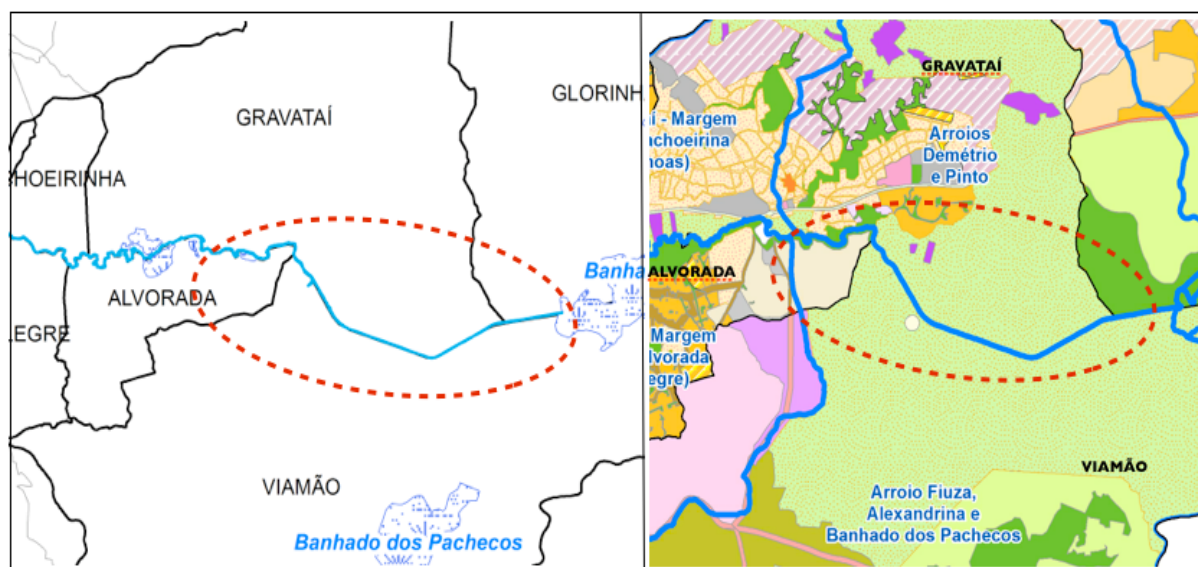


Figura 57 - Interface entre Viamão e Gravataí
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

- **Viamão e Glorinha**

Ao longo do Rio Gravataí, em Viamão incide uma Macrozona Rural, e em Glorinha uma Zona de Interesse Ambiental – ZPA (Banhado Grande).

A Figura 58 detalha melhor essa interface.

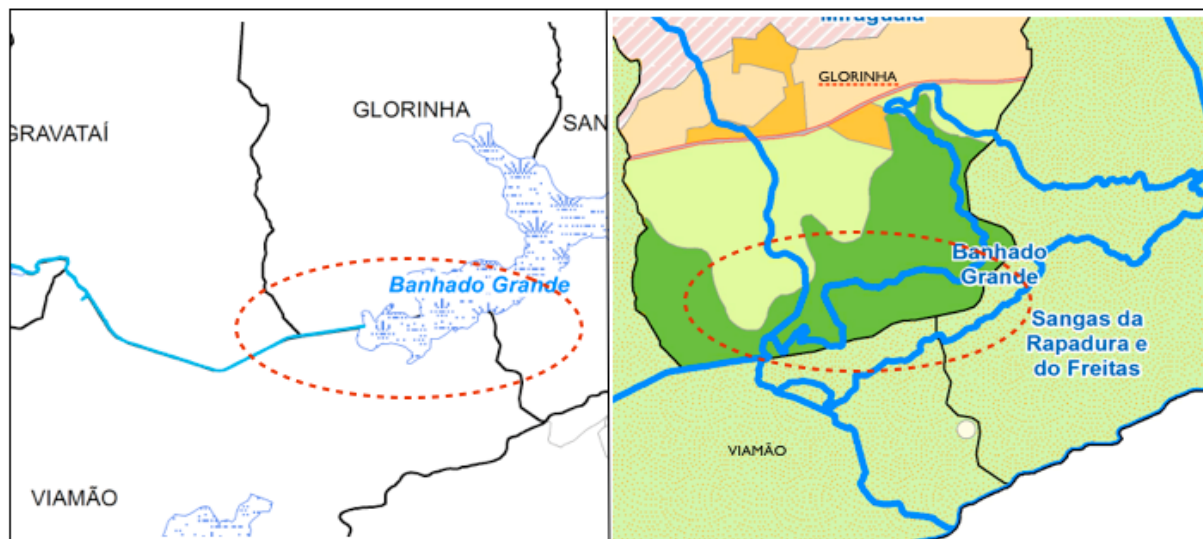


Figura 58 - Interface entre Viamão e Glorinha
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

- **Viamão e Santo Antônio da Patrulha**

Em ambos municípios há predominância de áreas rurais, em Viamão chama-se Macrozona Rural, e em Santo Antônio da Patrulha Zona Rural.

A Figura 59 detalha melhor essa interface entre os municípios, contemplando a região do Banhado Grande.

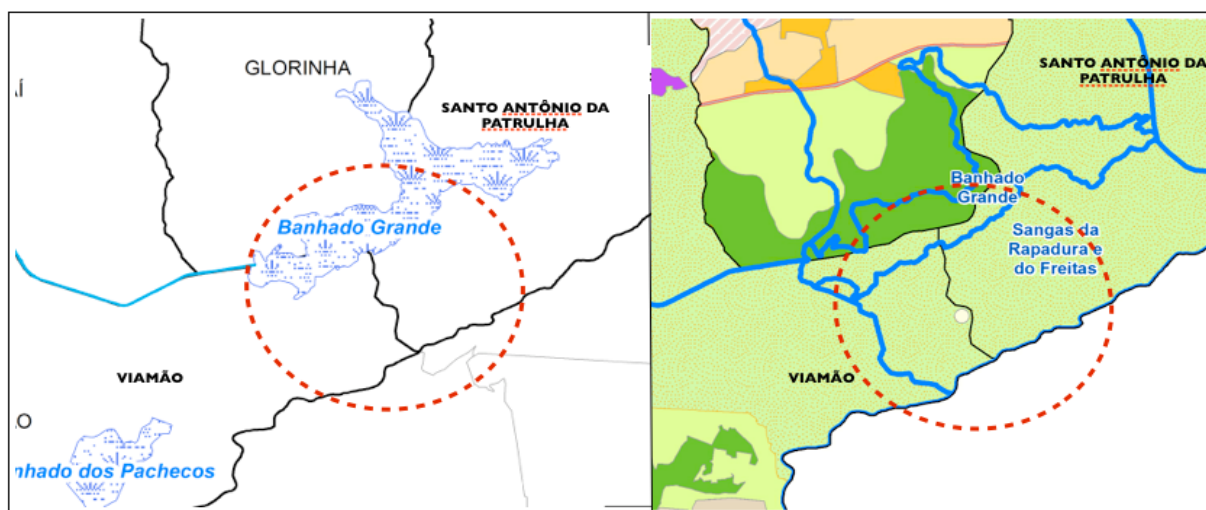


Figura 59 - Interface entre Viamão e Santo Antonio da Patrulha
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

- **Gravataí e Cachoeirinha**

Ao longo do Arroio Barnabé, em Cachoeirinha incide Zona Predominantemente Residencial junto aos Corredores Mistos em ZPR, ao sul identifica-se uma Área Especial de Interesse Institucional. Em Gravataí, ao norte identifica-se o Distrito Industrial, após uma extensa faixa de Zona de Uso Misto e ao sul, próximo a BR -290 uma Macrozona Rural.

A Figura 60 detalha essa interface.

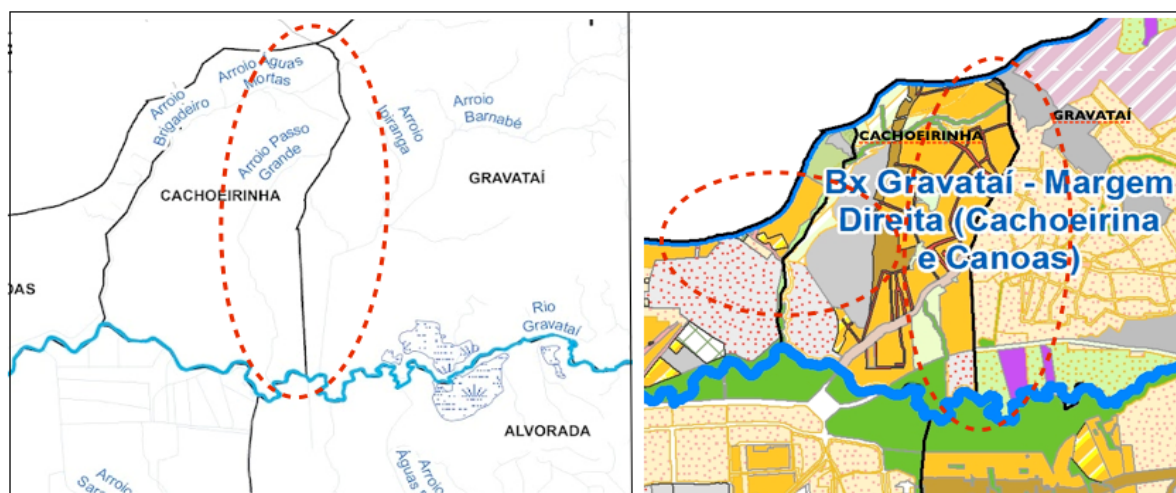


Figura 60 - Interface entre Gravataí e Cachoeirinha
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

- **Gravataí e Taquara**

Em ambos os municípios há predominância de áreas rurais, em Gravataí chama-se Macrozona Rural, e em Taquara Zona Rural.

A Figura 61 abaixo, detalha essa interface.

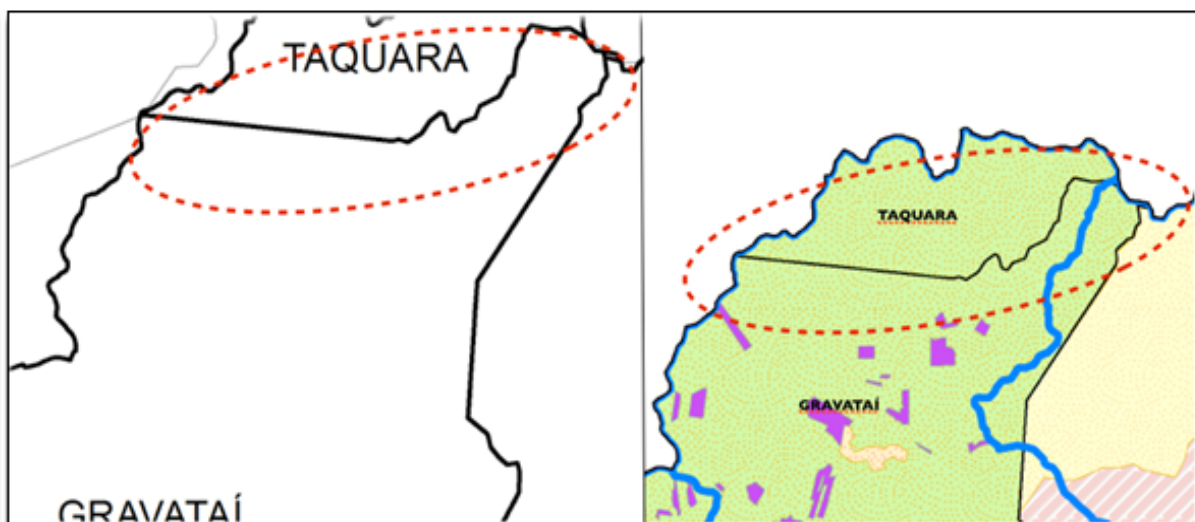


Figura 61 - Interface entre Gravataí e Taquara
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

- **Gravataí e Glorinha**

Ao longo do Arroio Pinto, em Gravataí, incide uma extensa Macrozona Rural, com um pequeno trecho de Ilha Urbana.

Em Glorinha identifica-se ao sul uma Zona de Interesse Ambiental – ZPA (Banhado Grande) seguido de uma Zona Especial de Interesse Ambiental.

Na sequência identifica-se uma Macrozona de Ocupação Prioritária, uma Macrozona de Ocupação Rarefeita e ao norte o Distrito Maracanã. A Figura 62 detalha melhor essa interface.

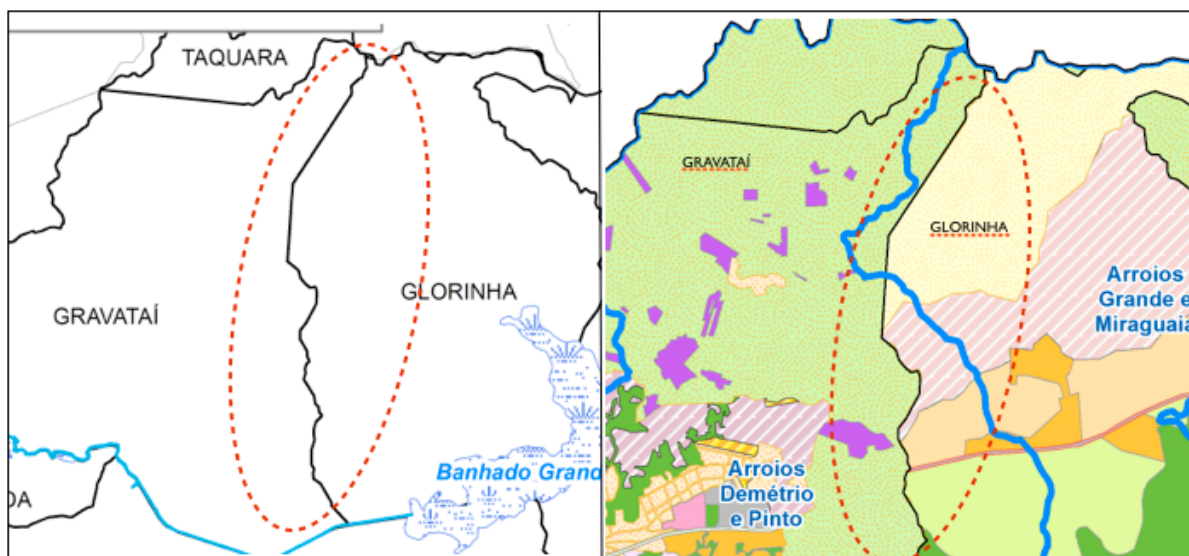


Figura 62 - Interface entre Gravataí e Glorinha
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

- **Considerações quanto as Interfaces em Recursos Hídricos**

Torna-se relevante a identificação destas interfaces a medida em que os planejamentos em recursos hídricos avancem, sobretudo na elaboração dos Planos Diretores de Drenagem.

O estabelecimento de cenários futuros visando a previsão dos efeitos das precipitações sobre a superfície mais ou menos urbanizada se torna a principal ferramenta de amarração entre o planejamento urbano e sua influência no escoamento das águas superficiais.

Assim o estabelecimento conjunto de usos do solo entre municipalidades que coabitam a mesma unidade de planejamento em recursos hídricos é fundamental, seja na definição das restrições de uso, seja na concepção de alternativas estruturais e não estruturais para gestão e manejo sustentável das águas urbanas.

3.5 Desenvolvimento Urbano, Inundações Ribeirinhas e Drenagem Pluvial

A ocorrência de “Conurbação Urbana” fica evidente em Gravataí, Cachoeirinha, Alvorada, Porto Alegre e Viamão, onde as cidades envolvidas começam a utilizar de maneira conjunta os mesmos serviços de infraestrutura e formam uma malha urbana contínua.

Assim a cidade de fato se desenvolve através da ocupação urbana formal e informal e/ou constituída de aglomerados subnormais.

Outro aspecto relevante se refere às estradas e vias estruturadoras dos municípios, as quais vêm ao longo da história impactando e/ou influenciando o desenvolvimento urbano como no sistema de proteção de cheias.

As cidades planejadas em dinâmica de crescimento acelerado, principalmente no trecho de jusante da bacia, apresentam os seguintes instrumentos de legislação:

- Alvorada: Lei Municipal Nº 2.316 de 05 de Janeiro DE 2011.
- Cachoeirinha: Lei Complementar Nº 11, de 18 de Dezembro / 2007. Compilamentos: Lei Complementar n.º 18, de 16 de setembro de 2009. Lei Complementar n.º 31, de 22 de junho de 2011.
- Canoas: Lei Nº 5.341 de 22 de Outubro de 2008.
- Glorinha: Lei Nº 677, de 02 de Junho de 2004.
- Gravataí: Lei Nº 1.541, de 06 de Julho de 2000. Lei Nº 1.864, de 30 de Dezembro de 2002 (altera dispositivos da Lei 1.541/2000 e dá outras providências).
- Porto Alegre: Lei Complementar nº 434 de 01/12/99, atualizada e compilada até a Lei Complementar nº 667 de 03/01/11, incluindo a Lei Complementar Nº 646 de 22/07/10.
- Santo Antônio da Patrulha: Lei Complementar Nº 044, de 10 de outubro de 2006.
- Taquara: Lei Municipal Nº 3.715/2006
- Viamão: Lei Municipal Nº 3.530/2006

Em relação ao zoneamento proposto pelos Planos Diretores, Santo Antônio da Patrulha e Viamão não apresentam qualquer zoneamento referente à área do Banhado Grande.

Glorinha prevê Zonas de Interesse Ambiental, justamente nas áreas de inundação natural do Rio Gravataí. Viamão prevê apenas zoneamento específico para a área do Banhado dos Pachecos.

Os PMSB apresentam-se conclusos em todos os municípios, com exceção de Porto Alegre que realiza adequação dos Planos Diretores de Drenagem para o planejamento integrado com o saneamento ambiental.

Os municípios mais densamente urbanizados identificaram áreas impermeabilizadas em percentuais acima das taxas de ocupação previstas pelos Planos Diretores urbanísticos.

Assim os cenários futuros previstos pelo presente estudo devem caracterizar este fato, haja vista que os sistemas de captação e condução das águas de escoamento superficial são dimensionados, tendo como base um percentual de área impermeável.

Caminho mais adequado seria adotar as taxas de densidade populacional, que podem ser associadas ao percentual de impermeabilização conforme Tucci e Campana/1994.

Em se tratando de evolução urbana, alguns aspectos relevantes devem ser considerados, com relação aos sistemas de drenagem existentes.

Sabe-se que o crescimento das áreas urbanizadas nas últimas décadas no Brasil foi rápido e intenso. Esta realidade urbana desenvolveu-se com falta de controle do uso do solo urbano gerando um grande problema no manejo dos recursos hídricos.

De um lado a derrubada da cobertura natural, de outro a aumento das construções e pavimentação de vias reduz a permeabilidade do solo.

Dos municípios estudados apenas Porto Alegre dispõe de um Plano Diretor de Drenagem Urbana e um “Manual de Drenagem Urbana elaborado pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (versão Set/2005).

Os demais municípios possuem Plano Diretor Urbano e por não possuírem plano de drenagem, constata-se incoerências e divergências entre tais documentos e as diretrizes ambientais, carecendo um olhar técnico e que equalize as diretrizes de tais documentos.

Outra situação de conflito que se identifica é a ocupação de áreas ribeirinhas, onde ocorrem inundações naturais, gerando prejuízos à infraestrutura existente, bens e pessoas, quando não, são transferidos os problemas para áreas vizinhas.

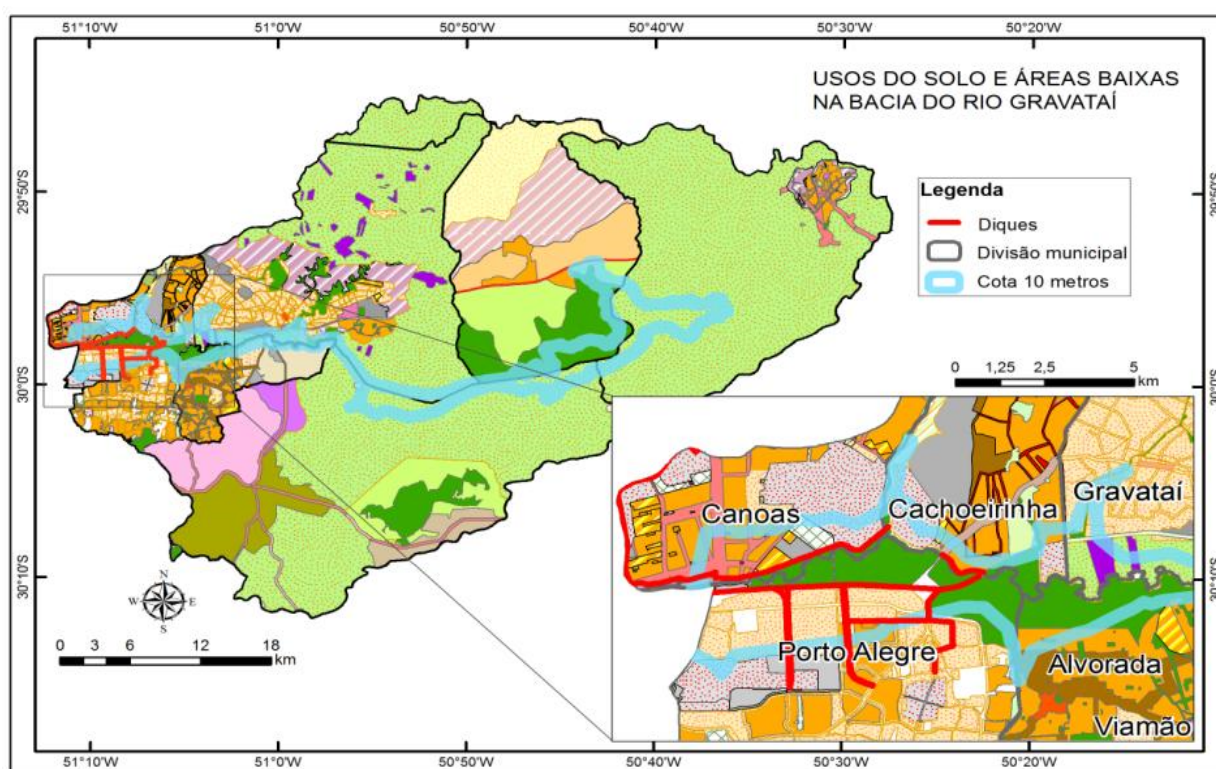


Figura 63 - Usos do solo e áreas baixas na bacia do Rio Gravataí
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

A Figura 63 acima, apresenta áreas baixas na Bacia do Rio Gravataí, que naturalmente apresentam maior tendência a serem inundadas, representada pela curva de nível de 10 m. Esta cota aproxima-se bastante de linha de cheia proposta do estudo realizado por empresas alemãs na década de 1970 [Agrar e Hydrotechnik, 1971].

A Figura 63 mostra ainda a curva de nível de cota 10 metros, dentro da Bacia do Gravataí, representada em azul, cruzando praticamente todos os municípios, exceto Taquara. As linhas vermelhas representadas em Canoas, Cachoeirinha e Porto Alegre, expressam a locação dos diques existentes.

Vale ressaltar que outras simulações de cheias, conforme pode ser verificado na seção "6.3.4 - Simulação de Cheias no Rio Gravataí", não chegam a alcançar a cota de 10 metros.

O mapa apresenta ainda ocupação planejada pelos Planos Urbanísticos e os diques existentes nos municípios de Porto Alegre, Canoas e Cachoeirinha.

A Figura 64 já apresenta a interface da planície de inundação do Rio Gravataí com as áreas urbanizadas de Porto Alegre, Canoas, Alvorada, Cachoeirinha e Gravataí com imagem de satélite em situação de cheia no ano de 2013.

Observa-se claramente as áreas protegidas pelos diques e locais críticos de inundação, que foram objetos do trabalho de campo apresentado no Produto 5 - Base de Dados.

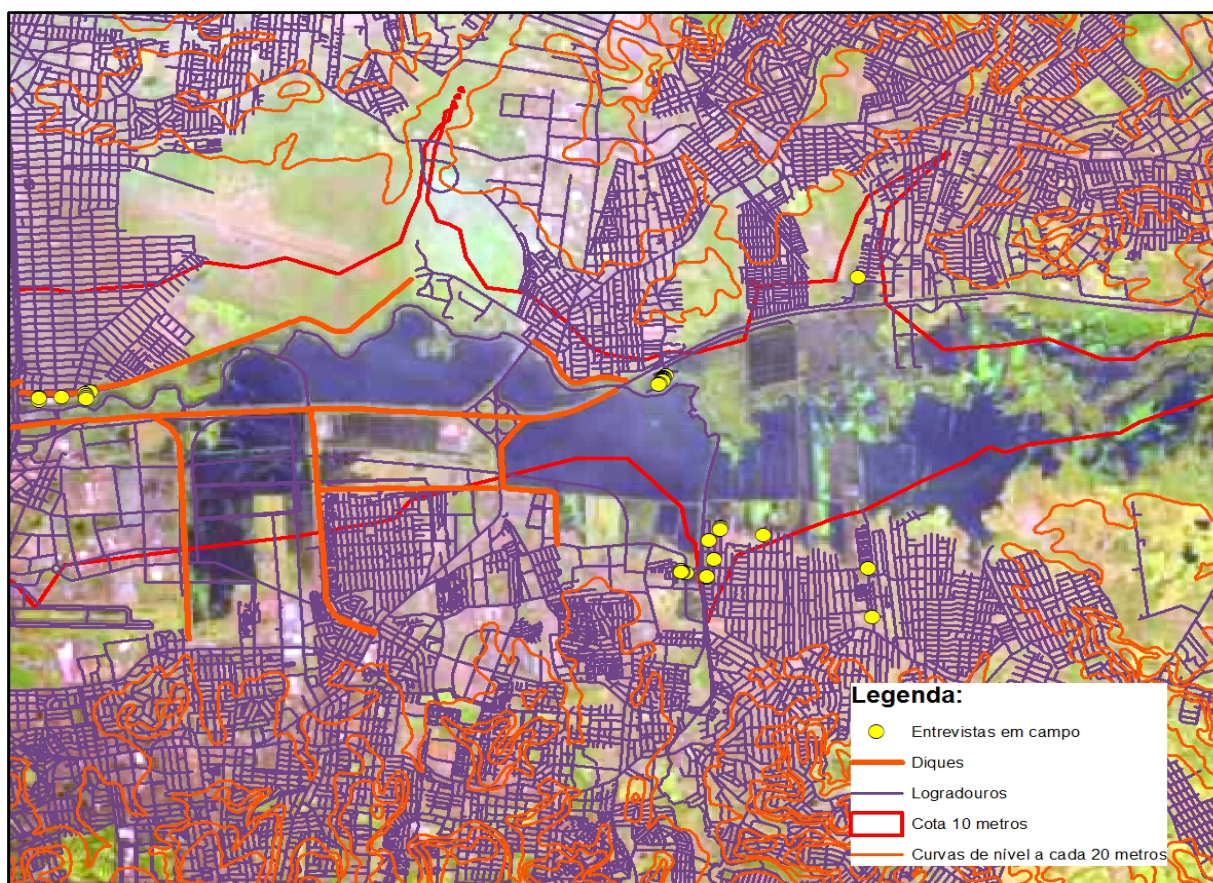


Figura 64 - Detalhe da planície de inundação na área urbanizada em situação de cheia
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

As áreas de zonas de inundação natural do Rio Gravataí, que conflitam-se com as zonas urbanas encontram-se nos municípios de Canoas, Porto Alegre, Cachoeirinha, Alvorada, Gravataí e parte de Viamão.

Os demais municípios de Santo Antônio da Patrulha e Glorinha, embora apresentem também ocorrências de inundação, situam-se em um território de baixa densidade, entre 0 e 40 habitantes por hectare, correspondente a uma área rural e de preservação ambiental, conforme demonstrado pela Figura 63, acima.

Pode-se afirmar que as transformações na planície de inundação do Rio Gravataí foram significativas ao longo dos últimos 40 anos.

Neste cenário destaca-se a expansão urbana sobre a planície de inundação, e por consequência, os aterros gerados por deposição tecnogênica e os diques para conter o processo de inundação (SCHEREN, 2014).

Os aterros e diques se tornaram formas de viabilizar o crescimento das periferias urbanas sobre áreas antes inundáveis. Viabilizam dessa forma o crescimento urbano e o surgimento e desenvolvimento de áreas industriais, que demandaram a implantação de rodovias. (SCHEREN, 2014: 82)

O autor explica que os assentamentos para áreas residenciais na planície de inundação do Rio Gravataí, ocorreram tanto em loteamentos regularizados pelas prefeituras dos municípios como em ocupações irregulares (SCHEREN, 2014: 99).

As Figura 65 e Figura 66 a seguir servem de ilustração:



Figura 65 - Ocupação irregular (Vila Olaria, no município de Cachoeirinha)
(Fonte: SCHEREN, 2014)

Na Figura 66 pode-se ver que as casas estão praticamente dentro do leito do rio, ocupando áreas de preservação permanente, e suscetíveis a inundações frequentes.



*Figura 66 - Ocupação irregular, 2,5 m acima do nível do Rio (Cachoeirinha)
(Fonte: SCHEREN, 2014)*

Através de relatos de moradores da área, são apresentados problemas como o despejo de lixo hospitalar no trecho do rio próximo ao hospital de Alvorada e o grande volume de resíduos sólidos carregados pelo arroio Barnabé em Cachoeirinha. Ver Figura 67.



*Figura 67 - Resíduos sólidos em área inundada na planície de inundação do Rio Gravataí
(Fonte: SCHEREN, 2014)*

SCHEREN (2014) comenta que muito pouco foi feito por parte do Poder Público para preservar a qualidade ambiental do Rio Gravataí ou a qualidade de vida das populações ribeirinhas.

Por outro lado, o autor demonstra em seu trabalho que houve redução da área inundável ao longo das décadas devido à evolução das áreas urbanas sobre a planície de inundação.

Explica que até a década de 1970 o limite máximo de inundação ainda atingia boa parte da planície de inundação, mantendo uma dinâmica pouco afetada pelo avanço da urbanização.

Na década de 1980 porém, foram realizadas obras na porção urbana da bacia que visavam conter as ondas de cheia e possibilitar novas áreas para expansão urbana.

Essas obras significaram um rompimento da dinâmica natural dos pulsos de cheia no Rio Gravataí, alterando significativamente o padrão de inundação existente até então (SCHEREN, 2014).

As Figura 68 e Figura 69 a seguir ilustram as transformações da planície de inundação a partir da transformação de áreas inundáveis em áreas de expansão urbana na década de 1980.

A terceira figura da sequência (Figura 70), apresenta o limite de inundação encontrado por SCHEREN (2014) para o ano de 2009.

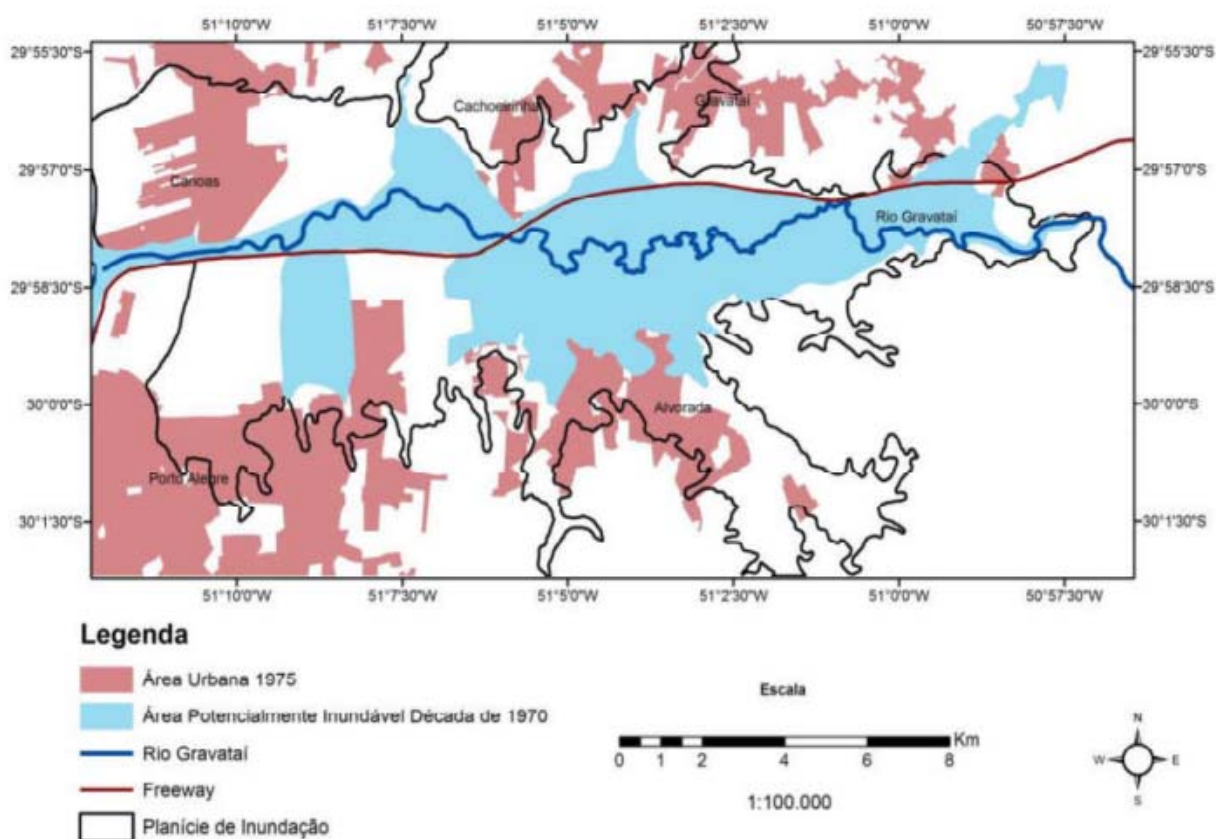


Figura 68 - Áreas inundáveis na década de 1970 em sobreposição às áreas urbanas de 1975
(Fonte: SCHEREN, 2014)

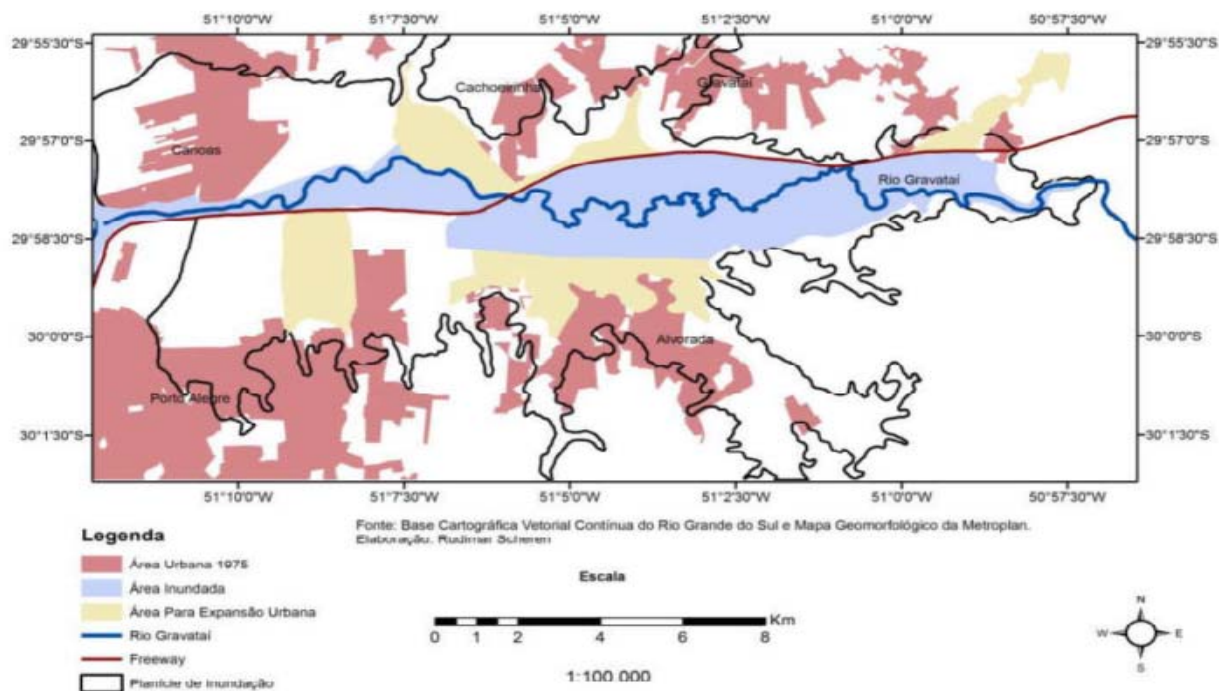


Figura 69 - Área inundada comparada com área de expansão urbana na década da 1980
(Fonte: SCHEREN, 2014)

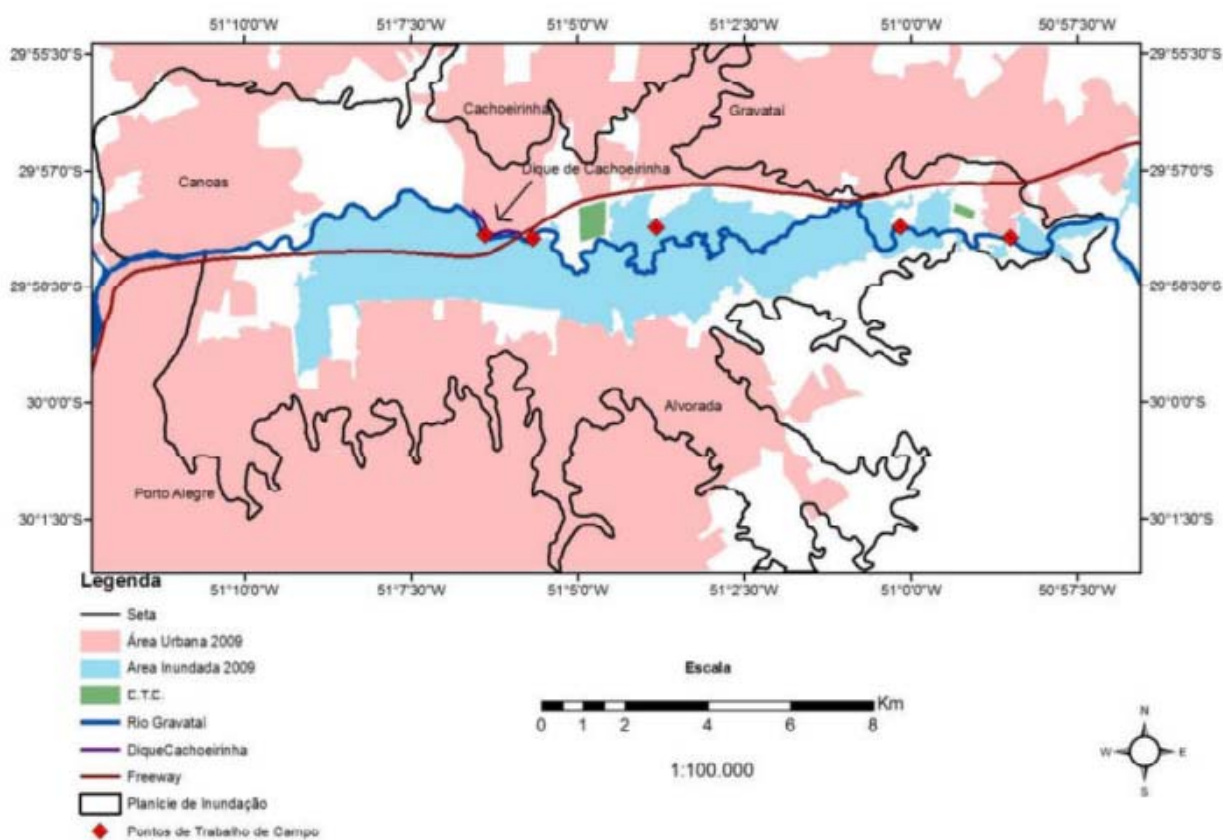


Figura 70 - Limite de inundação e áreas urbanas no ano de 2009
(Fonte: SCHEREN, 2014)

Sobre a urbanização nos municípios da bacia, Scheren afirma que o pico de crescimento urbano ocorreu entre 1970 e 1980, em parte impulsionado pela ocupação das áreas de expansão urbana geradas pelas obras de contenção de cheias, associada a então recente inauguração da BR 290 – “Free Way”.

Quadro 24 - Quantificação das áreas urbanas e áreas inundadas na planície de inundação do Rio

Unidade	Área (km²)
Planície de inundação	142
Área inundada década de 1970	58
Área inundada 2009	33
Área urbana 1975	32
Área urbana 2009	67

(Fonte: Adaptado de SCHEREN, 2014)

Os dados do quadro 28 mostram uma relação inversamente proporcional entre crescimento do perímetro urbano e redução do perímetro de área inundada, ou seja, à medida que a urbanização cresce a área de inundação diminui.

Na década de 1970 o perímetro de inundação era de 58 km² e a área urbanizada dentro da planície de inundação era de 32 km², já em 2009, o perímetro de área inundada chegou a 33 km² e a área urbanizada 67 km².

No município de Cachoeirinha, por exemplo, a construção de um dique (Figura 71) para conter as inundações na margem direita do rio possibilitou que a urbanização chegasse muito próxima ao leito do rio, alterando seu leito maior e reduzindo o limite de inundação em períodos de cheia .



*Figura 71 - Dique com elevação de 5,6 m em relação ao nível do Rio (Cachoeirinha)
(Fonte: SCHEREN, 2014)*

Segundo (SCHEREN, 2014):

Com isso a área inundável foi reduzida, em um primeiro momento pelo aterro que possibilitou a abertura de ruas e o crescimento do bairro, aumentando o número de residências, o que trouxe a área urbana para dentro do leito maior do rio.

E em um segundo momento quando da construção do dique marginal que alterou a característica natural da planície inundável, ocorreu maior expansão urbana, que se aproximou ainda mais do leito do rio (2014: 103).

Em diversos lugares é possível observar o crescimento urbano chegando em áreas muito próximas ao leito do Rio Gravataí, conforme mostram as Figura 72 e Figura 73, abaixo.

Sobre o bairro Parque dos Anjos, o autor acredita que a área seja resultado de aterramento, para transformar o local em área residencial ou de lazer.

Este é um exemplo onde o limite de inundação foi reduzido em virtude do avanço da urbanização.



Figura 72 - Ocupação residencial com elevação de 3m, (Bairro Parque dos Anjos / Gravataí)
(Fonte: SCHEREN, 2014)

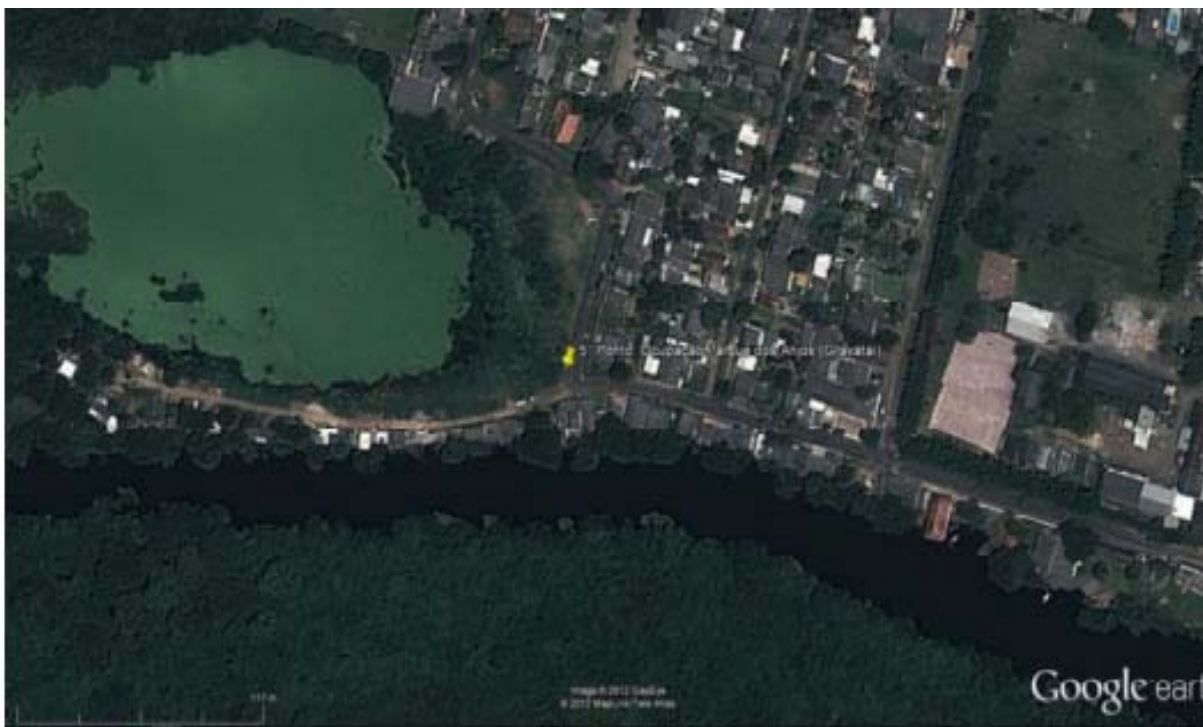


Figura 73 - Ocupação residencial com elevação de 1m, (Bairro Parque dos Anjos / Gravataí)
(Fonte: SCHEREN, 2014)

Todavia, ainda existem locais ao longo do Rio Gravataí onde é possível perceber o ambiente natural preservado. Na Figura 74 por exemplo, a única intervenção antrópica perceptível, que altera as dinâmicas naturais é o dique sobre o qual está construída a RS 118 (SCHEREN, 2014: 106).



Figura 74 - Planície de inundação, sob uma ponte na RS 118, com elevação média de 12m
(Fonte: SCHEREN, 2014)

Com base nas evidências encontradas na elaboração de seu trabalho Scheren (2014) faz algumas considerações relativas ao avanço da urbanização sobre a planície de inundação do Rio Gravataí:

Muitas áreas foram aterradas suprimindo campos inundáveis, alterando as dinâmicas de ocupação do leito maior pela água em períodos de cheia;

Os diques construídos, nos municípios de Cachoeirinha e Gravataí alteraram o sistema de vazão e reduziram a planície inundável e, em consequência disso, reduziu-se também o limite de inundação, com diminuição do alcance e da direção da inundação;

As Áreas de Preservação Permanente estão, em sua grande maioria, invadidas ou afetadas pela urbanização de alguma forma;

Os moradores das áreas mais próximas ao rio estão alojados em áreas suscetíveis à inundação;

E principalmente, a urbanização como um todo, aumentou de forma significativa sobre a planície de inundação entre 1975 e 2009 (SCHEREN, 2014: 107, 108).

3.6 Vulnerabilidade Áreas de Ocupação Regular e Irregular

Ao analisarmos os mapas contidos nas figuras a seguir, observa-se a classificação de aglomerações subnormais e ocupações informais.

Entende-se por aglomerações subnormais: assentamentos irregulares (conhecidos como favelas), invasões, vilas, comunidades entre outros, muitas vezes instaladas em áreas de risco.

A ocupação informal não está necessariamente caracterizada como uma favela ou ocupando uma área de risco, pode ser comunidade estruturada ocupando uma gleba informalmente.

Observa-se em maior medida este tipo de ocupação concentrada em Porto Alegre, Canoas e Cachoeirinha.

Nos demais municípios da Bacia do Gravataí encontra-se dispersões informais e/ou subnormais de menor proporções, mas localizadas próximos a pontos críticos de alagamentos, como por exemplo em Gravataí, conforme verificado nas Figura 75 e Figura 76 abaixo.

Entende-se como dispersões ocupações que não estão em continuidade com a malha urbana, neste caso estas ocupações estão permeadas por uma malha urbana formal e estruturada.

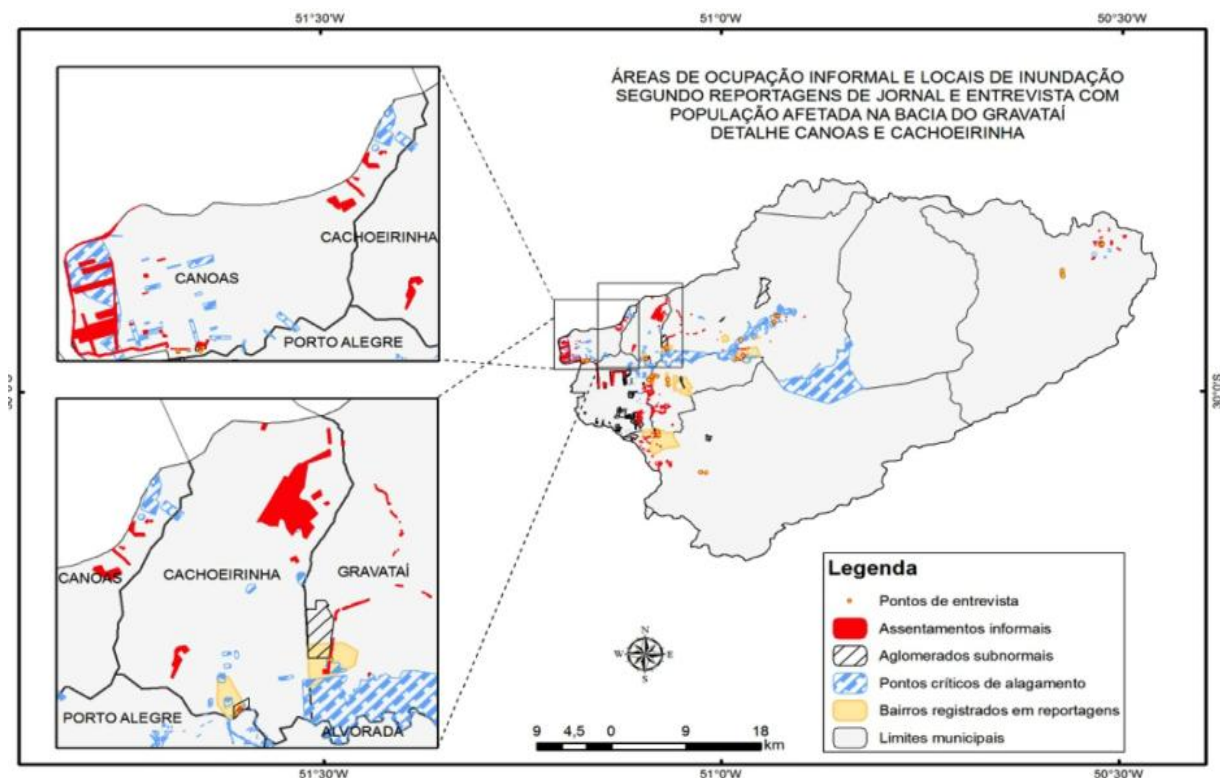


Figura 75 - Áreas de ocupação informal - Detalhe em Canoas, Cachoeirinha e Gravataí
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

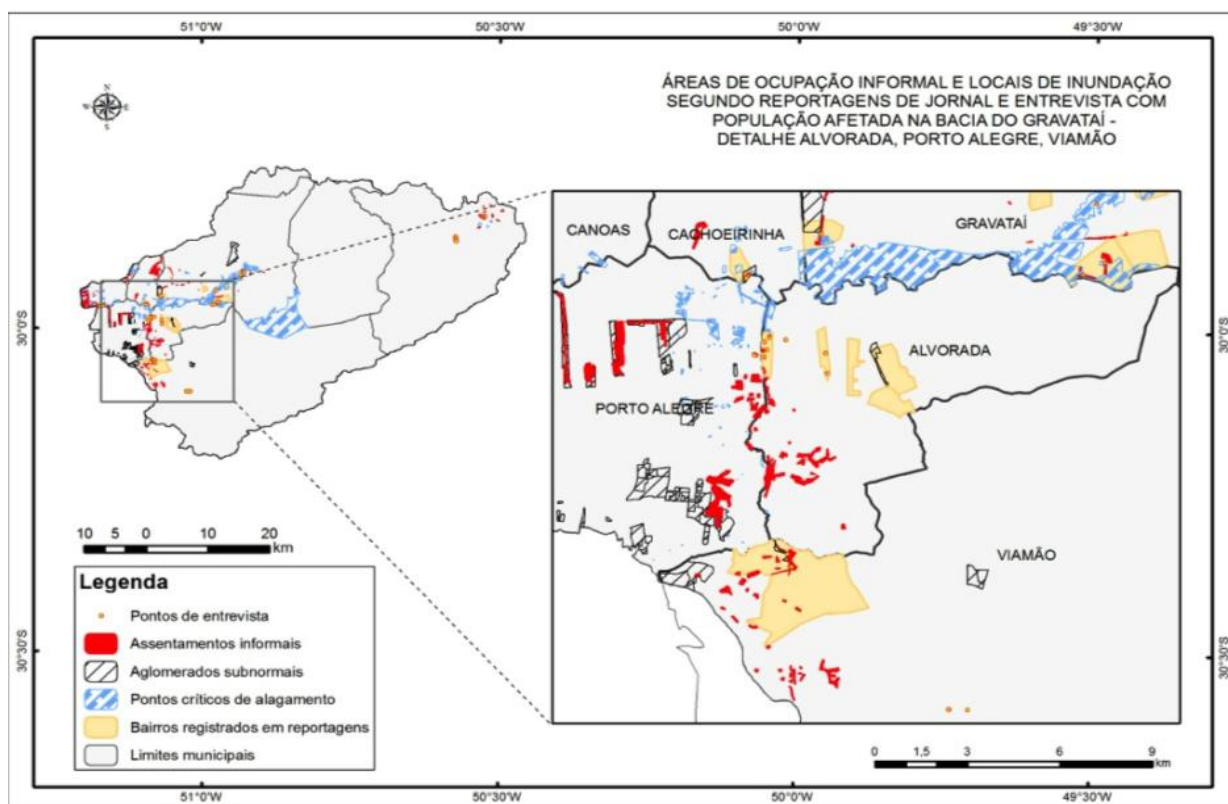


Figura 76 - Áreas de ocupação informal I- Detalhe Alvorada Porto Alegre e Viamão
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

É preciso que o avanço urbano, quando possível, tenha um planejamento que considere a “zona de passagem das enchentes” (TUCCI, 2007), ou seja, que essa faixa deva ficar desobstruída, favorecendo a passagem de cheias sazonais, evitando danos de monta e represamentos.

Em relação à ocupação urbana em encostas de morros e ocorrências de deslizamentos, a Bacia do Rio Gravataí é privilegiada por apresentar uma topografia mais plana nas áreas urbanas, com exceções apenas em localidades nos municípios de Santo Antônio da Patrulha, Viamão e Gravataí. Erada.

Por outro lado, identificam-se pontos nevrálgicos de ocupação urbana em relação ao funcionamento dos sistemas de drenagem existentes, principalmente nas regiões mais densamente habitadas:

- Ocupação de áreas ribeirinhas (inundação sazonal do rio);
- Ocupação ao longo dos cursos d'água;
- Implantação de sistemas de drenagem sem considerar a bacia de contribuição como unidade de planejamento;
- Taxas de impermeabilização acima da taxa de ocupação prevista pelos Planos Diretores urbanísticos.

4 DRENAGEM URBANA E INUNDAÇÕES

Na sequência apresentam-se as características dos sistemas de drenagem urbana na área de abrangência dos estudos, relacionando-os com os principais aspectos geradores de inundações ribeirinhas, tendo como referências principais os PMSB, todos já concluídos na área da bacia, o Plano Diretor de Drenagem Urbana (somente Porto Alegre), bem como publicações relevantes ao tema.

Faz-se ainda uma abordagem referente aos efeitos da erosão e sua abrangência, os problemas relacionados com a qualidade da água no sistema de drenagem, os impactos negativos gerados pelas inundações e a gestão das águas pluviais na bacia.

4.1 Definições e Legislação Aplicável

É importante destacar que as legislações que envolvem a drenagem urbana estão relacionadas com recursos hídricos, uso do solo e licenciamento ambiental. No que se refere a esses aspectos, cabe destacar alguns princípios e conceitos:

- **Recursos Hídricos:** A Constituição Federal estabelece os princípios básicos da gestão por meio de bacias hidrográficas, que podem ter o domínio estadual ou federal;
- **Bacias Hidrográficas:** São unidades ambientais nas quais se podem observar as relações existentes entre os diversos recursos naturais (principalmente hídricos) e os demais elementos que compõem uma determinada superfície terrestre;
- **Drenagem na Bacia:** Ocorre geralmente por um curso d'água ou um sistema interligado de cursos d'água, sempre através de uma saída única;
- **Uso do Solo:** Visa ao disciplinamento do solo para a proteção ambiental, controle de poluição, saúde pública e da segurança. O macrozoneamento urbano nos planos diretores deverá contemplar os aspectos relativos à drenagem;
- **Bacias Compartilhadas:** Muitas cidades possuem bacias urbanas compartilhadas, entretanto, bacias hidrográficas em comum com outros municípios, apresentam o seguinte cenário: um município a montante de outro e o curso d'água dividindo-os. A gestão compartilhada dos recursos hídricos aplica-se nesses casos;
- **Sustentabilidade na Drenagem:** Atualmente o sistema de drenagem urbana aponta para a preservação dos cursos d'água, sua despoluição e a manutenção das várzeas de inundação, de forma que não sejam necessárias obras estruturantes, reduzindo assim custos de implantação e problemas provocados pelas mesmas, sempre tirando proveito do potencial urbanístico como áreas verdes e parques lineares;
- **Licenciamento Ambiental:** Estabelece critérios e diretrizes para as obras hidráulicas de drenagem.

- **Plano Diretor de Drenagem Urbana:** É o conjunto de diretrizes que determinam a gestão do sistema de drenagem cujo objetivo é minimizar o impacto ambiental devido ao escoamento das águas pluviais;

Considerando-se a legislação aplicável às áreas úmidas das planícies de inundação, cabe destacar:

- **Constituição Federal de 1988:** Consagrou no artigo 225, o meio ambiente como direito humano e fundamental, também adotando o direito do ambiente com *Princípio Ambiental da Precaução* e o *Princípio da Proibição do Retrocesso Ambiental*, que deve ser invocado diante da problemática das cheias;
- **Lei Federal nº 6.766/1979:** Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, determinando onde devem ser instaladas moradias, empresas, espaços de locomoção e recreação. Neste sentido as leis municipais com seus Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano, observam o artigo 3º da lei em que “não permite parcelamento do solo em terrenos alagadiços e sujeitos a inundação”;
- **Lei Federal nº 6.938/1981:** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, definindo os princípios e ações norteadores das responsabilidades quanto a proteção ao meio ambiente natural.

Destacam nessa lei os artigos 2º, 3º, 4º e 9º que visam a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia a vida, a dignidade da pessoa humana quando se trata de situações que envolvem áreas úmidas e a gestão de riscos, como nos casos de inundações;

- **Lei Federal nº 9.433/1997:** Instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, criando o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos, composto dentre outros órgãos pelos comitês de bacias hidrográficas;
- **Lei Federal nº 9.984/2000:** Que dispõe sobre a Agência Nacional de Águas [ANA], que tem como principal meta implementar e coordenar a gestão compartilhada e integrada dos recursos hídricos, regulando o acesso à água, promovendo o seu uso sustentável em benefício das atuais e futuras gerações;
- **Lei Estadual nº 12.651/2012** (substitui 9.519/1992): Institui o Código Florestal do Estado do Rio Grande do Sul, adotando a política florestal, garantindo a proteção às Unidades de Conservação no Estado. Dispõe sobre a Proteção da Vegetação Nativa, dentre outras, a Área de Proteção Permanente [APP]. Essa lei também qualifica legalmente a “várzea de inundação ou planície de inundação e faixa de passagem de inundação”;
- **Lei Estadual nº 10.116/1994:** Institui a Lei de Desenvolvimento Urbano, dispondo sobre os critérios e requisitos mínimos para a definição de delimitação de áreas urbanas e de expansão urbana, diretrizes e normas gerais de parcelamento do solo para fins urbanos, elaboração de planos e diretrizes gerais de ocupação dos territórios pelos municípios;

- Lei Estadual nº 10.350/1994: Instituiu o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, regulamentando o artigo 171 da Constituição do Estado do Rio Grande do Sul, estabelecendo em seu artigo 19 as atribuições do Comitês de Bacia Hidrográfica, e, no caso, o de abrangência do Rio dos Sinos, deliberando consequentemente sobre as atribuições do Comitesinos;
- Lei Estadual nº 11.520/2000: Instituiu o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul, sendo taxativo no artigo 192, não permitindo o parcelamento urbano em “áreas sujeitas a inundação”;
- Lei Federal nº 10.257/2001 e Decretos nº 7217/2010, nº 8211/2014: Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, e cria o Estatuto da Cidade, estabelecendo Diretrizes Gerais da Política Urbana, tratando da ordenação e controle do uso do solo, e observando a necessidade no que se refere à “*exposição da população a riscos de desastres*”. O Decreto de 2014 detalha o acesso a recursos destinados a serviços de saneamento básico;
- Lei Federal nº 12.608/2012: Instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC, dispondo sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC. No caso das áreas úmidas, a lei adota em seus artigos 4º e 5º a bacia hidrográfica como unidade de análise de ações de prevenção de desastres e inundações, e que além de monitoramento dos eventos que sejam causadores destas, seja combatida, também, a ocupação ambientalmente vulnerável;
- Lei Federal nº 11.445/2007: Estabelece as Diretrizes Nacionais do Saneamento Básico, possuindo relação direta com a Lei nº 9.433/1997;
- Plano de Bacia do Rio do Gravataí

4.2 Avaliação de Planos e Estudos

A produção de estudos e projetos relacionados a disponibilidade hídrica e controle de inundações na bacia do Rio Gravataí é extensa.

Este capítulo busca apresentar e identificar os dados secundários relevantes relacionados direta ou indiretamente ao escopo do presente trabalho, visando a sua utilização na elaboração das etapas posteriores, quais sejam:

- Ocorrência de inundações e os prejuízos estimados;
- Identificação geográfica dos locais de inundação e suas abrangências;
- A produção de sedimentos e erosão urbana e rural e sua localização geográfica;
- Disponibilidade hídrica, pontos de captação e conflitos existentes;
- Análise integrada das principais fontes de impactos relacionados com o escoamento pluvial;

- Qualidade da água ao longo da bacia seja em estiagem ou período chuvoso;
- Eficiência dos serviços, custos envolvidos dentro da administração pública e terceirização.

Entre os estudos consultados para subsidiar a elaboração deste trabalho estão:

- Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH;
- Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Gravataí - PRHB-GRV;
- Planos Municipais e Plano Regional de Saneamento Básico – PMSB e PRSB;
- Estudos Básicos e Pesquisas Especiais na Região do Rio Gravataí, conduzido pela Secretaria de Obras Públicas do RS e executado pelas empresas de consultoria alemãs Agrar e Hydrotechnik em 1971;
- Identificação das Alternativas Possíveis e Prováveis para Regularização das Vazões do Rio Gravataí – IPH – CPRM / 2002;
- Estudos e pesquisas acadêmicas relacionados ao tema saneamento ambiental na área em estudo.

Os dados relevantes de cada um destes estudos, bem como as análises referentes às contribuições interessantes ao presente trabalho estão dispersas ao longo deste capítulo, e sempre que utilizados são citadas as fontes, conforme apresentado na sequência.

Assim, os referidos estudos são citados quando se trata dos temas relevantes e propostos pelo TR, que foram agrupados na seguinte sequência:

- Traçado original e atual do Rio Gravataí;
- Demandas e disponibilidade hídrica na bacia;
- Cheias e prejuízos associados;
- Erosão e produção de sedimentos na bacia;
- Qualidade da água no sistema de drenagem;
- Escoamento das águas pluviais e os impactos ambientais
- Prestação de serviços de manejo das águas pluviais na bacia

Salienta-se que a atual abordagem não esgota o tema "estudos existentes", haja vista a imensa quantidade de informações inerentes ao tema saneamento ambiental na bacia em estudo, e sobretudo pela dificuldade de serem obtidas, sistematizadas e apresentadas neste relatório.

Por seu caráter dinâmico, o diagnóstico envolvendo as questões de sustentabilidade em termos de planejamento em saneamento ambiental, teve como principal fonte os dados secundários, e foi elaborado a partir do relatório do Produto 05 - Base de Dados, integrante deste estudo.

Este, subsidiou sua estruturação em termos de fornecimento de dados, cruzamentos entre "camadas" de informações relevantes georreferenciadas e geração de figuras temáticas.

Entre as informações úteis obtidas da Base de Dados estão as entrevistas com a comunidade afetada pelas inundações e que compõem o SIG que está sendo implementado no presente estudo.

Salienta-se ainda a carência de dados cadastrais topográficos das redes de drenagem, esgotos sanitários e sistema de abastecimento de água, o que dificulta sobremaneira a elaboração de um diagnóstico das condições físicas e de funcionamento dos sistemas existentes, efetivamente construídos.

No capítulo 4.3 é abordado os Sistema de Micro e Macrodrenagem dos municípios, já no capítulo 4.4 é abordado os sistemas de proteção contra cheias de cada cidade.

4.3 Sistemas de Micro e Macrodrenagem na Bacia

O sistema de drenagem em uma área urbanizada, deve ser entendido como sendo o conjunto da infraestrutura existente para realizar a coleta, transporte e o lançamento final das águas superficiais. Isso inclui a hidrografia e os talvegues.

Esse sistema é constituído por uma série de medidas que visam a minimizar os riscos a que estão expostas as populações, diminuindo-lhes os prejuízos causados pelas inundações e possibilitando o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e ambientalmente sustentável. Esses sistemas são divididos em microdrenagem e macrodrenagem.

Os sistemas de microdrenagem e macrodrenagem são sistemas preventivos de inundações, principalmente nas áreas mais baixas das comunidades sujeitas a alagamentos ou marginais aos cursos d'água.

A classificação de redes de micro e macrodrenagem não é normatizada. Sabe-se que a microdrenagem superficial coleta as águas de escoamento pelas sarjetas e bocas de lobo, conduzindo-as para a microdrenagem subterrânea, qual seja os poços de visita e tubulação.

As tubulações à medida que as sub-bacias vão incrementando suas áreas de coleta, necessitam aumentar os diâmetros para atender à capacidade exigida. Estas redes descarregam nos córregos e cursos d'água, teoricamente denominados de macrodrenagem.

O Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre explicita a faixa de diâmetros comerciais de tubulações utilizadas como galerias circulares entre 0,30 m e 1,50 m. Por outro lado, o presente estudo contempla no Produto 9 o cadastro de redes a partir de 1,20 m de diâmetro.

Sendo assim, definiu-se as tubulações inferiores ou iguais a DN 1500 como redes de microdrenagem subterrânea. Dessa forma serão incluídas as tubulações mais significativas da rede de microdrenagem, além da rede de macrodrenagem.

A seguir apresenta-se uma síntese das informações dos sistemas de micro e macrodrenagem existentes, obtidas com base nos Planos Municipais de Saneamento Básico dos Municípios que integram a Bacia do Rio Gravataí:

Na área em estudo, apenas Porto Alegre detém um cadastro topográfico da rede de microdrenagem.

Para a estimativa da sua extensão, foi utilizada ferramenta de SIG, e calculado tendo como base de dados, o comprimento dos eixos dos logradouros, obtidos dos sistemas integrados de abastecimento de água da RMPA desenvolvida pela CORSAN em 2010 e da base de eixos atualizada em 2014 pela PMPOA.

Sobrepondo estes resultados à camada das sub-bacias, unidades de planejamento do PRH-GRV, obteve-se a extensão (em quilômetros) de logradouros para as sub-bacias do Médio e Baixo, conforme mostrado na Figura 77 e Quadro 25, abaixo

Observa-se que as bacias do Baixo Gravataí concentram mais de 85% dos logradouros e que a participação de Porto Alegre, Gravataí e Viamão são as mais significativas.

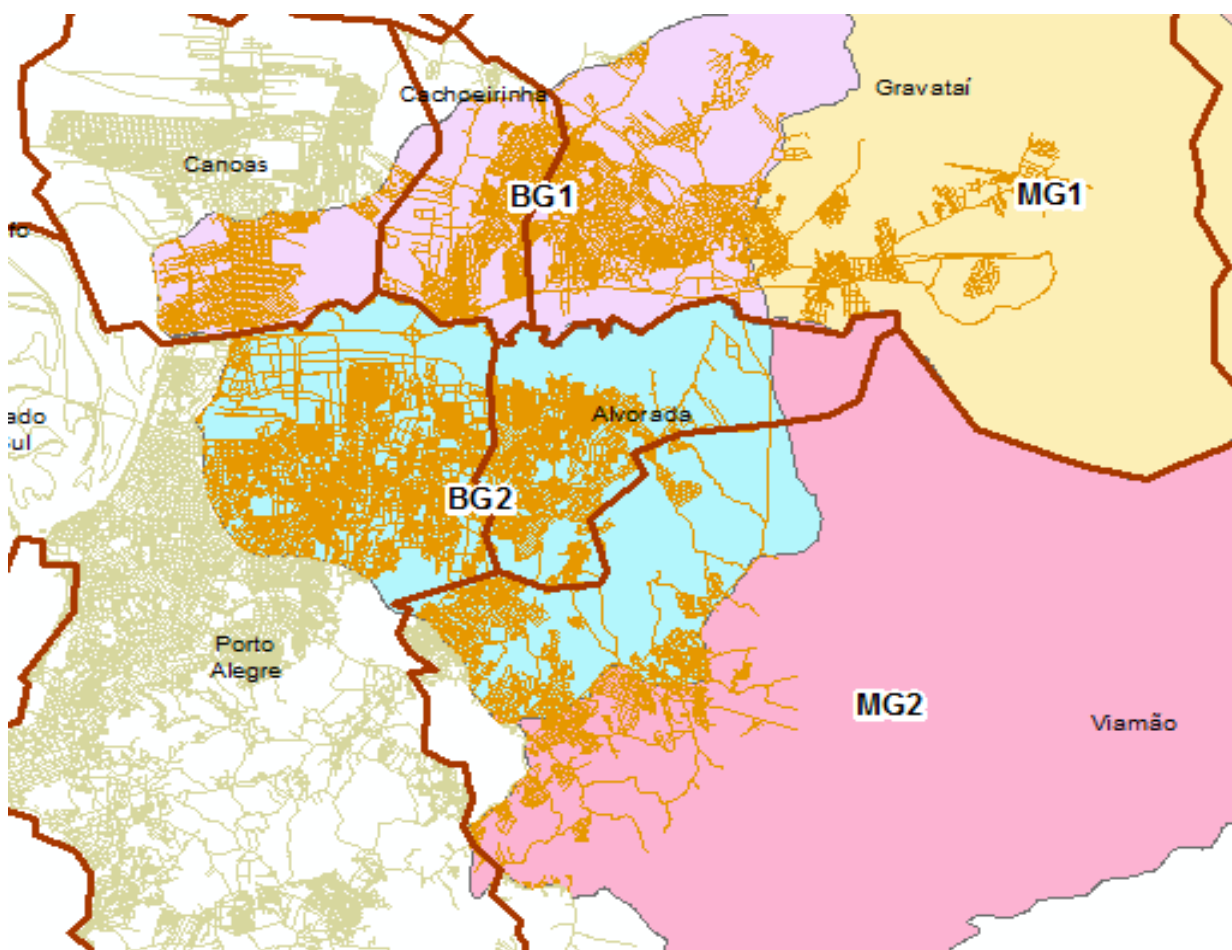


Figura 77 - Superposição de vias urbanas e sub-bacias do Médio e Baixo Gravataí
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Quadro 25 - Extensão de vias urbanas por sub-bacia do Baixo e Médio Gravataí

MUNICÍPIO	SUB-BACIAS DO BAIXO E MÉDIO GRAVATAÍ				TOTAL (km)	%
	BG1 (km)	BG2 (km)	MG1 (km)	MG2 (km)		
Alvorada	-	443	-	-	443	12,77
Cachoeirinha	321	-	-	-	321	9,25
Canoas	243	-	-	-	243	7,00
Gravataí	529	-	272	-	801	23,08
Porto Alegre	1	1.058	-	4	1.063	30,63
Viamão	-	364	-	235	599	17,26
Total (km)	1.094	1.865	272	239	3.470	
%	31,53	53,75	7,84	6,89		

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

O Plano Regional de Saneamento Básico (Prósinos/2014) constata de maneira geral, em relação às redes de macrodrenagem (maior que diam. 1.500 mm):

- Presença de sedimentos e resíduos sólidos depositados nos canais, seja no fundo ou nas margens;
- Crescimento de vegetação arbustiva e arbórea em canais não revestidos e principalmente em taludes, o que compromete o livre escoamento das águas, reduzindo a seção hidráulica e consequentemente a vazão transportada pelos referidos canais;
- Os canais de macrodrenagem recebem a contribuição das redes coletoras de menor calibre, e conduzem as águas aos pontos mais baixos do relevo, em sua maioria cortando áreas urbanizadas, onde pode ser constatada carência de espaço físico;
- Avanço da urbanização sobre as APPs, com consequente degradação da vegetação, ou mesmo supressão vegetal e ocupação desordenada. Edificações residenciais ou comerciais sobre a projeção dos canais existentes, sem qualquer observação quanto à legislação restritiva ou mesmo quanto aos riscos associados;
- Inexistência de cadastros topográficos das redes de macrodrenagem, mesmo de levantamentos “asbuilt”, ou como construído.

Apresenta-se na sequência as características específicas dos sistemas de drenagem dos municípios que compõem a Bacia do Rio Gravataí, ordenados de montante a jusante na Bacia.

Para a identificação e processamento das extensões da rede de macrodrenagem, utilizou-se a base geográfica de hidrografia, desenvolvida no Produto 5 - Base de Dados do presente estudo.

Dessa forma, não estão sendo consideradas eventuais intervenções específicas de macrodrenagem, como trechos de canais fechados.

4.3.1 Sistema de Drenagem do Município de Santo Antônio da Patrulha

A rede de microdrenagem de Santo Antônio da Patrulha, segundo o PMSB/2014, possui uma extensão de 122 km, e correspondente às vias pavimentadas da zona urbana que dispõem de rede, numa proporção de 66% do total.

A macrodrenagem sobre a área urbana tem como principais constituintes os arroios Pitangueiras e Passo dos Ramos, conforme apresentado pela Figura 78, que discrimina as extensões individuais de cada curso d'água.

O Arroio Pitangueiras possui uma extensão total de 8,7 km, enquanto que o somatório das extensões do Arroio Passos dos Ramos e seus afluentes alcança cerca de 14 km.

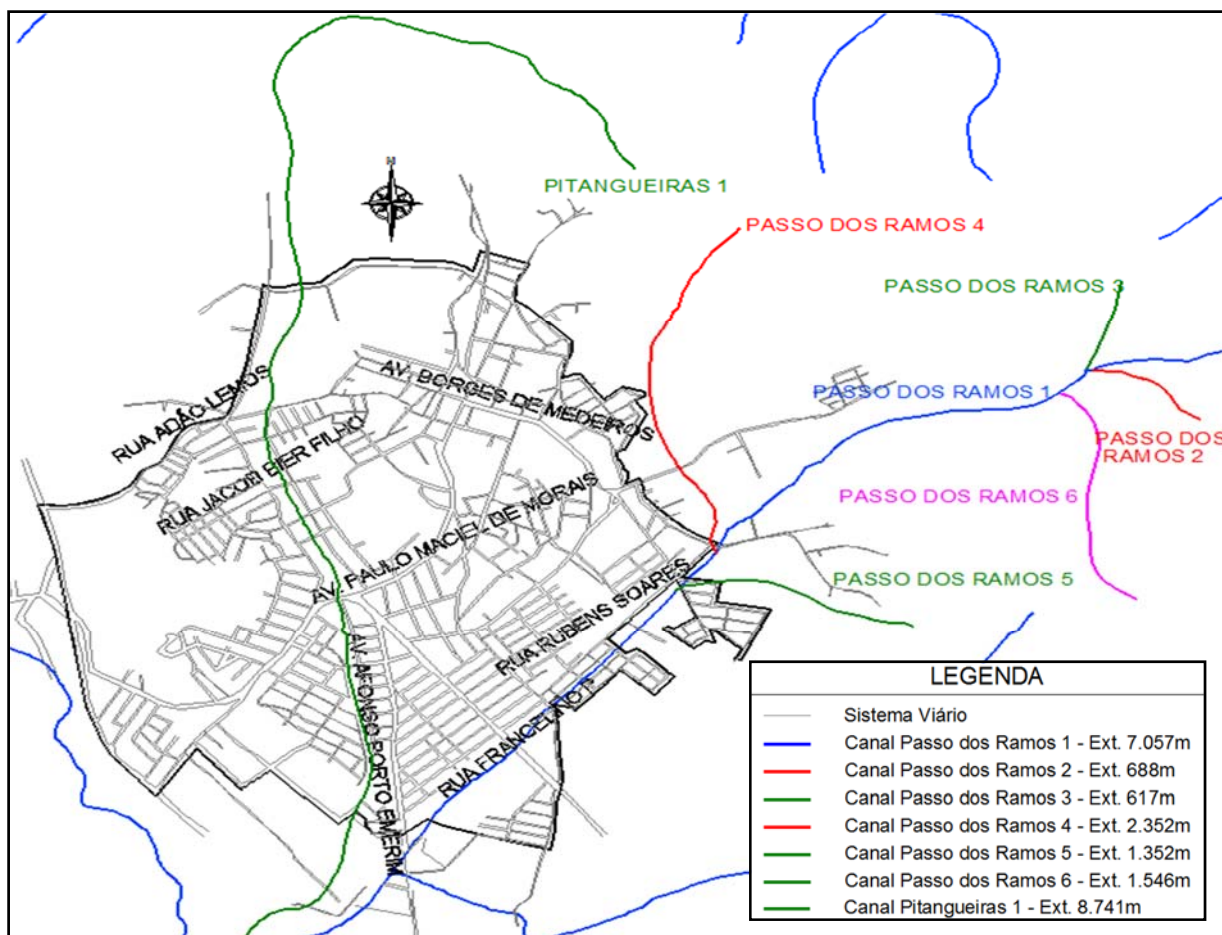


Figura 78 - Hidrografia no entorno da área urbana de Santo Antônio da Patrulha
(Fonte: PMSB)

Na região norte de Santo Antônio da Patrulha, na encosta da serra, identifica-se áreas de alta declividade, onde sugere-se a manutenção da cobertura vegetal e cumprimento da legislação que estabelece a preservação das APPs na faixa de entorno dos cursos d'água e nascentes.

Da mesma forma nas áreas mais planas caracterizadas pela presença de solo com textura arenosa, deve ser mantida cobertura vegetal para fins de proteção contra erosão.

Por se tratarem de áreas onde se identificam atividades agro-pastoris, sugere-se um manejo adequado, utilizando técnicas que envolvam cultivo mínimo e pastoreio rotativo no caso da pecuária bovina.

Os pontos críticos de alagamentos na zona urbana de Santo Antonio da Patrulha, podem ser identificados na Figura 79, segundo o PMSB/2014.

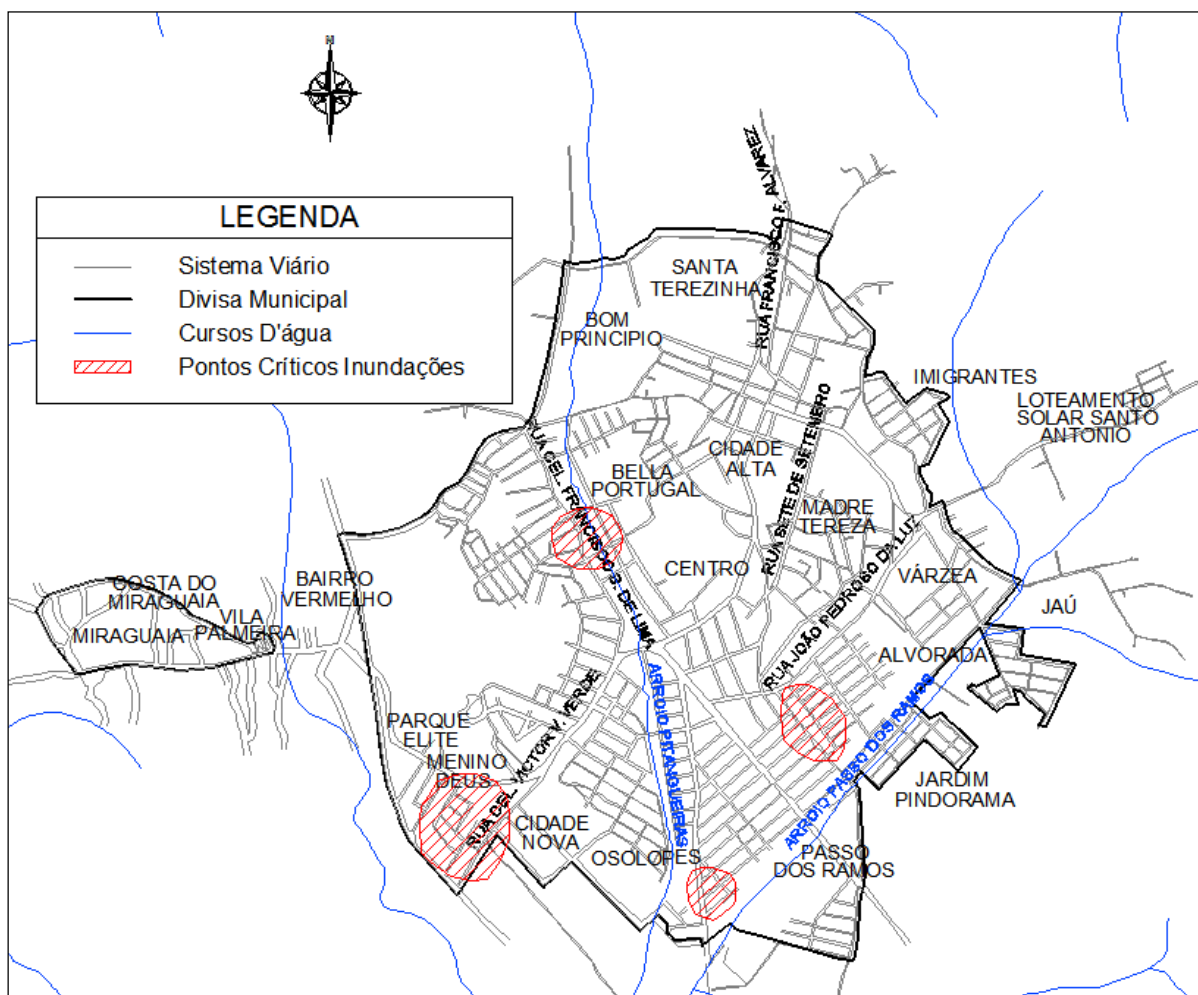


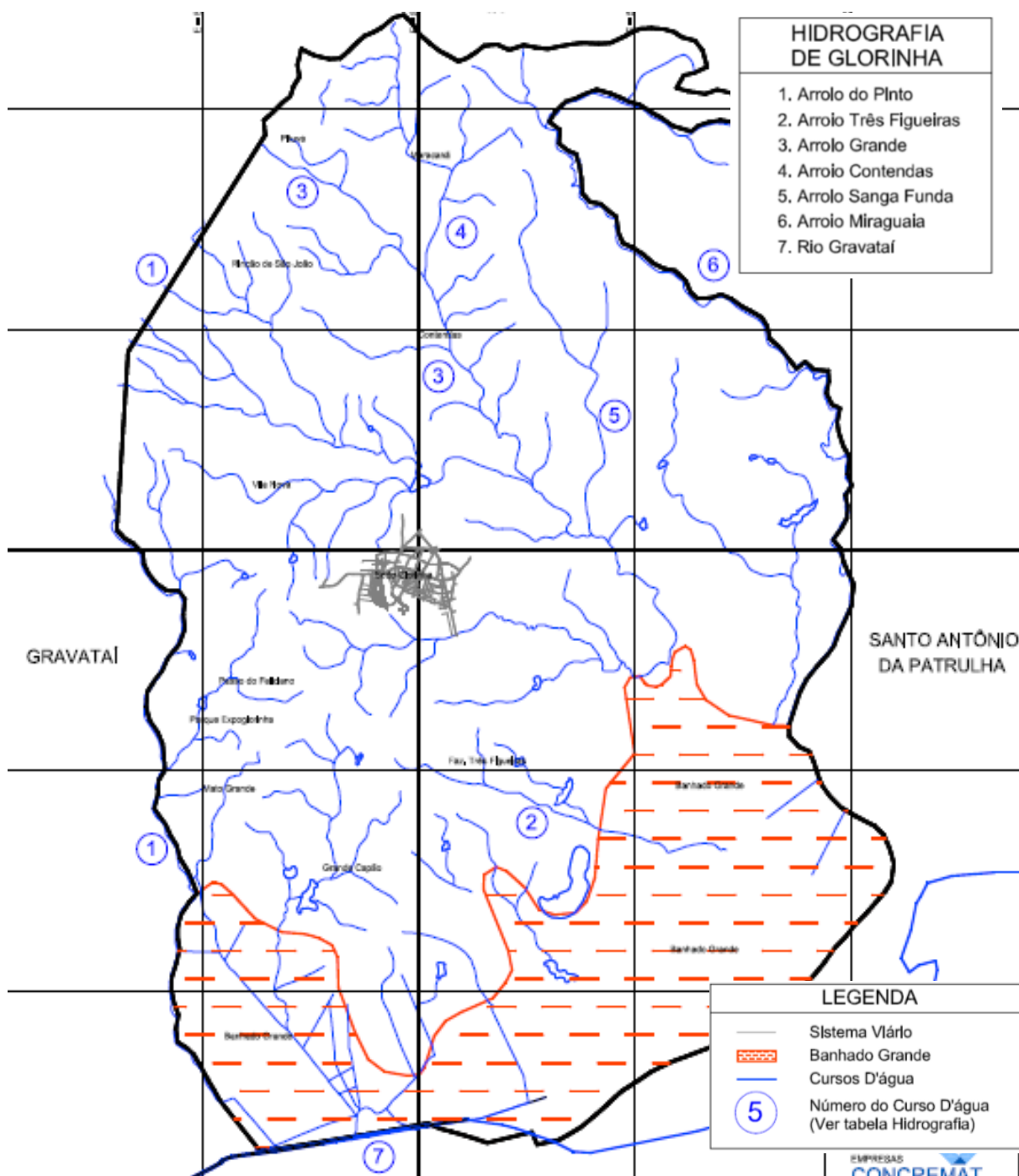
Figura 79 - Pontos Críticos de alagamento em St. Antonio da Patrulha
Fonte: PMSB/2014

Observa-se que os pontos de alagamentos são entre a RS - 474 e a Rua Coronel Vitor Villa Verde, Rua Coronel Francisco B. de Lima, entre as ruas Idelfonso Silveira Braga e Da. Cristina e entre a Avenida Afonso Porto Emerim e a Rua Francelino Pinheiro de Moraes, tendo como causas prováveis a ineficiência da rede existente.

4.3.2 Sistema de Drenagem do Município de Glorinha

Glorinha apresenta a menor superfície de área urbana entre os municípios que compõem a bacia em estudo.

A Figura 80 apresenta um mapa do município onde pode visualizar-se o contexto da hidrografia em relação à sua superfície e a proporção da área urbana.



A Figura 81 apresenta a área urbanizada, que se localiza sobre "divisor de águas", o que o confere menor risco de ocorrência e alagamentos, haja vista ausência de cursos d'água permanentes. Portanto, não possui rede de macrodrenagem na área urbana.

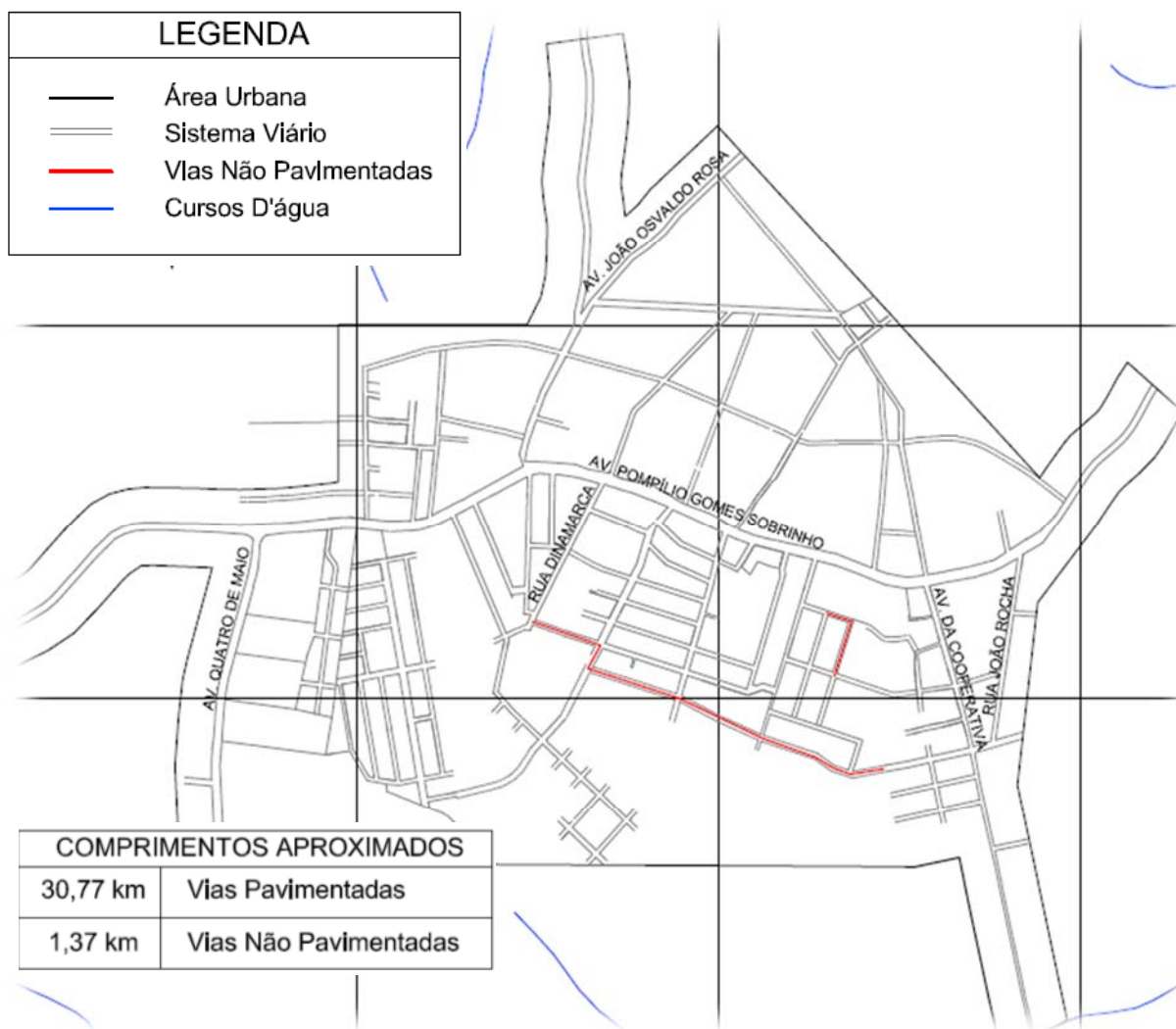


Figura 81 - Área urbana de Glorinha
Fonte PMSB/2014

O PMSB não identifica pontos com ocorrência de alagamentos na área urbana, apenas salienta que boa parte da área agrícola do município compõem região de inundação natural da bacia em estudo, em trechos que coincidem com o Banhado Grande.

Destaca-se que até o momento não foi delimitado fisicamente o limite do Banhado Grande, haja vista que seu plano de manejo está em elaboração.

4.3.3 Sistema de Drenagem do Município de Gravataí

Gravataí possui extensa rede viária com 734 km de vias pavimentadas, segundo o PMSB, incluindo área urbana e de extensão urbana.

A área urbana da sede do município de Gravataí encontra-se dividida entre as áreas de planejamento do Médio Gravataí (MG1 - Arroios Demétrio e Pinto) e do Baixo Gravataí (BG1 - Baixo Gravataí Margem Direita).

A análise da hidrografia disponível indicou uma extensão aproximada de 138 km de canais e cursos d'água, conforme apresentado no Quadro 26.

Quadro 26 - Extensão das redes de macrodrenagem em Gravataí

SUB-BACIA DO GRAVATAÍ	BACIA MUNICIPAL	EXT. DO CURSO PRINCIPAL (km)	EXT. DOS AFLUENTES (km)	TOTAL (km)
MG1	Arroio Demétrio	15,9	60,5	76,4
MG1	Rio Gravataí 1	-	10,8	10,8
BG1	Arroio Brigadeira	7,7	0,6	8,3
BG1	Arroio Barnabé	13,9	22,7	36,6
BG1	Rio Gravataí 2	-	6,4	6,4
Total		-	-	138,5

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

A sub-bacia do trecho jusante do Arroio Demétrio contempla a região leste da sede do município e a parte norte urbanizada do distrito Barro Vermelho.

A sub-bacia Rio Gravataí 1 recebe contribuições próximas ao Rio Gravataí e da parte sul urbanizada do Barro Vermelho.

No Baixo Gravataí destaca-se a sub-bacia do Arroio Barnabé, responsável pela drenagem da região oeste de Gravataí, que é a mais urbanizada, incluindo o distrito de Itacolomi.

A sub-bacia Rio Gravataí 2 fica junto à planície de inundação no Rio Gravataí.

No extremo noroeste da área urbana, incluindo o distrito de Ipiranga, o trecho montante do Arroio Brigadeira é o responsável pela macrodrenagem. A sub-bacia do Arroio Brigadeira é a única que conduz as águas pluviais para fora do município, visto que elas passam por Cachoeirinha até chegar ao Rio Gravataí.

Dessa forma, os arroios Demétrio, Barnabé e Brigadeira constituem-se nos principais elementos de macrodrenagem na área urbana.

A Figura 82 apresenta em destaque os elementos de hidrografia definidos para elaboração do cálculo de extensões da rede de macrodrenagem, bem como os 84 pontos de alagamentos, segundo o PMSB, elencados no Quadro 27.

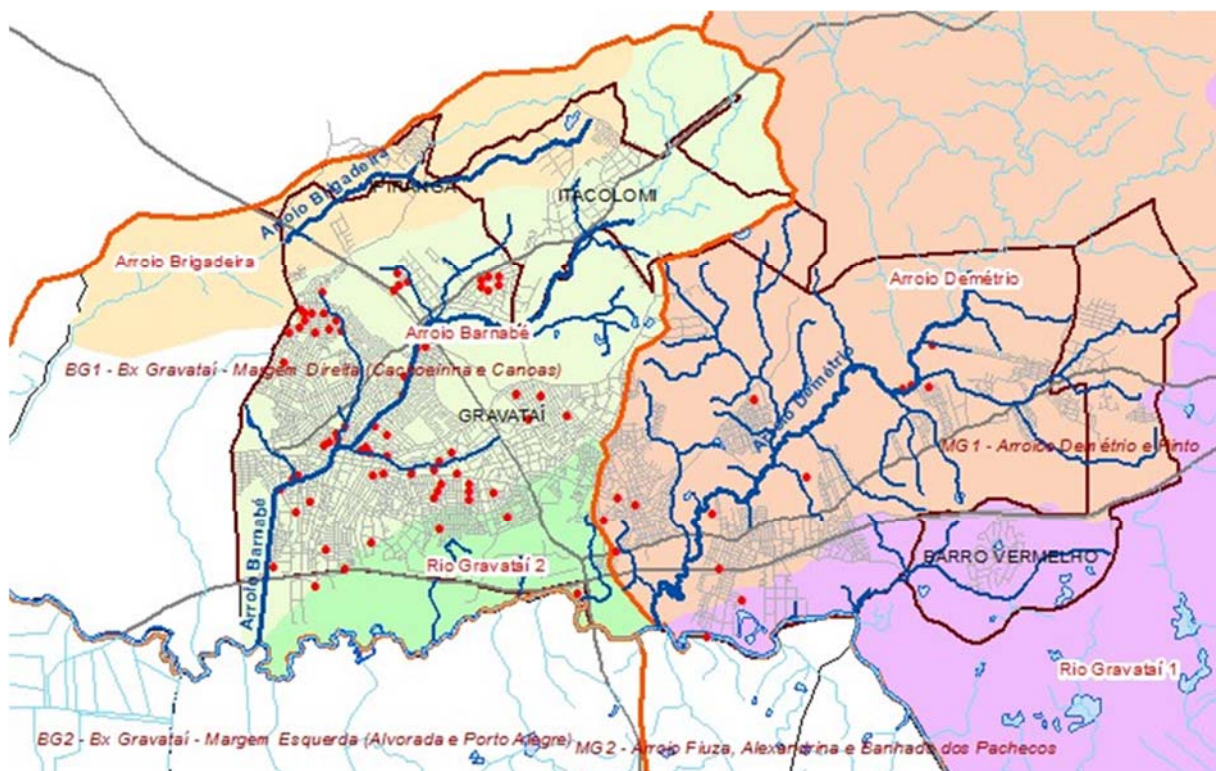


Figura 82 - Área urbana de Gravataí e hidrografia no município
(Fonte: Consorcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Quadro 27 - Pontos Críticos de Alagamento em Gravataí

ID	Localização
1	Rua Clara Nunes esq. Rua Manuel Viana
2	Rua Érico Veríssimo esq. TV Espíndola
3	Rua Alberto Viana esq. Rua Gen. Vitorino
4	Rua Lopes Trovão esq. Rua Jardel Filho
5	Rua Jardel Filho entre Rua Guimarães e Rua Carlos Drummond
6	Rua Janete Clair entre Rua Otávio Bilac e José Guimarães
7	Rua Oriente esq. Rua Sarandi
8	Rua Angra dos Reis esq. Sarandi
9	Rua Érico Veríssimo esq. Rua Olavo Bilac
10	Rua Vinícius de Moraes esq. Angra dos Reis
11	Rua Jardel Filho esq. Rua Procópio Ferreira
12	Rua Tereza Noronha entre Av. Marechal Rondon e Rua Adolfo Mayer
13	Rua Adrovaldo Leão esq. Rua Aurélio Porto
14	Rua Dona Leopoldina esq. Rua dos Buritis
15	Rua Dona Leopoldina esq. Rua Cravos
16	Rua Amor Perfeito
17	Entre Rua Dona Leopoldina e Rua Bento Freitas

ID	Localização
18	Rua São Paulo esq. Rua Minas Gerais
19	Rua São Paulo esq. Rua Santa Catarina
20	Rua Alagoas esq. Rua Pernambuco
21	Rua Pernambuco esq. Rua Minas Gerais
22	Rua Paraíba esq. Rua Espírito Santo
23	Rua Paraíba esq. Rua Mato Grosso
24	Rua Cel. Sampaio esq. Rua Cel. Oliveira
25	Rua Georgina Corrêa esq. Rua Mostadeiro
26	Rua Luiz Coronel esq. Av. Barnabé
27	Rua Mário Quintana esq. Av. Barnabé
28	Rua São Gabriel entre Rua Cachoeira do Sul e Lagoa Vermelha
29	Rua Egito entre Rua Cruz Alta e Rua Tiradentes
30	Rua São Gerônimo entre Av. dos Estados e Olavo Bilac
31	Rua Santa Maria esq. Rua Uruguaiana
32	Rua São Sepé esq. Rua Monte Negro
33	Rua Esteio entre Av. Gravataí e Rua Uruguaiana
34	Rua Esteio esq. Rua Uruguaiana
35	Rua Nova Prata entre Av. Gravataí e Rua Uruguaiana
36	Rua Palmeiras entre Rua Alvorada Encantada e Av. dos Estados
37	Rua Alvorada Encantada esq. Rua Flamengo
38	Av. dos Estados esq. Rua Flamengo
39	Rua Gumercindo Cunha esq. Rua Flamengo
40	Rua Gumercindo Cunha esq. Rua Botafogo
41	Rua Irineu Pacheco entre Rua Armando Salles e Av. Dorivaldo C. Luz de Oliveira
42	Rua 20 de Setembro entre Duque de Caxias e Bento Gonçalves
43	Rua 20 de Setembro entre Bento Gonçalves e Rua 3 de Agosto
44	Rua 3 de Agosto esq. Rua 25 de Fevereiro
45	Rua 25 de Fevereiro esq. José do Patrocínio
46	Av. Brasil esq. José do Patrocínio
47	Rua Tarumã esq. Rua Itu
48	Rua Coelho de Souza entre Rua Dário Alves e Rua Orlando Carlos
49	Flores da Cunha
50	Rua Isidoro La Porta
51	Rua dos Gaúchos entre Ana Rech e Rua Rio Grande do Sul
52	Rua Jequié
53	Rua Plínio Salgado entre Rua Wenc. Braz Cançonilha e Rua Pres. Roosevelt

ID	Localização
54	Rua José Lutzerberger entre Rua Otávio Dutra e Plínio Salgado
55	Rua Mario Lanza esq. Rua Santa Marta
56	Rua Francisco de Balboa entre Oscar Niemeyer e Rua Angélica Apolito
57	Rua dos Imigrantes entre Rua Oscar Niemeyer e Arquimino Bittencourt
58	Rua Cruzeiro do Sul entre Estrada Passo do Carvalho e Fr. Henrique de Coimbra
59	Rua Teutônio Vilela entre Rua Taubaté e Rua Estácio de Sá
60	Rua Ouro Fino entre Rua Taubaté e Rua Estácio de Sá
61	Rua Vasco Alves esq. Rua Estácio de Sá
62	Rua São Carlos entre Rua João Reis e Rua Maria Alcina
63	Rua Ouro Fino entre Rua Ilha Bela e Rua Toledo
64	Rua Suécia esq. Rua Dom Feliciano
65	Ruas entre a Rua Zaire e Rua Turquia
66	Rua São Luiz e Rua Amazonas e Rua Três de Novembro
67	Rua Tarumã esq. Rua Sucupira
68	Rua José C. Medeiros entre Rua Paulo Coelho e Rua Anápio Gomes
69	Rua Coronel Sarmento entre Rua José C. Medeiros e Rua Prof. Ary Tubbs
70	Rua Abelardo esq. Major João B. Lessa
71	Av Centenário (RS 030) entre Rua João M. da Fonseca e Rua José Gomes
72	Rua Amapá entre Rua Seivamaciel e Rua Pedras Altas
73	BR 290 esq. Av. Antônio Gomes Corrêa
74	Rua Dilson Funaro esq. Rua Rio Guaíba
75	Rua Araguaia esq. Rua Dilson Funaro
76	Rua Jardim das Acácias esq. Rua Osvaldo da Rosa e Geraldo Alves
77	Rua Padre Réus (Fundos)
78	Lagoa Formosa
79	Parque da Lagoa (Fundos)
80	Nova Esperança (Rincão)
81	Novo Mundo (Após FreeWay)
82	Passo das Canoas
83	Caça e Pesca e Tr. Savara
84	Ambrozina Fonseca

(Fonte PMSB/2014)

O município não dispõe de um Plano Direto de Drenagem, porém apresenta em seu PMSB, uma concepção preliminar de reservatórios para controle e laminação da vazão na fonte.

Ver Quadro 28 e Figura 83, apresentados na sequência.

Quadro 28 - Concepção Preliminar de Bacias de Detenção

BACIA	ARROIO	ÁREA (ha)	COTA NORMAL (m)	COTA FUNDO (m)	VOLUME (m³)
BD-01	Demétrio	911,8	45	28	155.006.000
BD-02	Demétrio	309,7	25	15	30.970.000
BD-03	Barnabé	56,7	55	51	2.268.000
BD-04	Barnabé	40,3	50	40	4.030.000
BD-05	Barnabé	11,7	50	45	585.000
BD-06	Brigadeira	21,1	65	63	422.000
BD-07	Barnabé	16,1	50	45	805.000

Obs.: Os volumes foram calculados com base nas curvas cota x área x volumes obtidos pela composição das curvas de nível que conformam os reservatórios.

(Fonte: PMSB/2014)

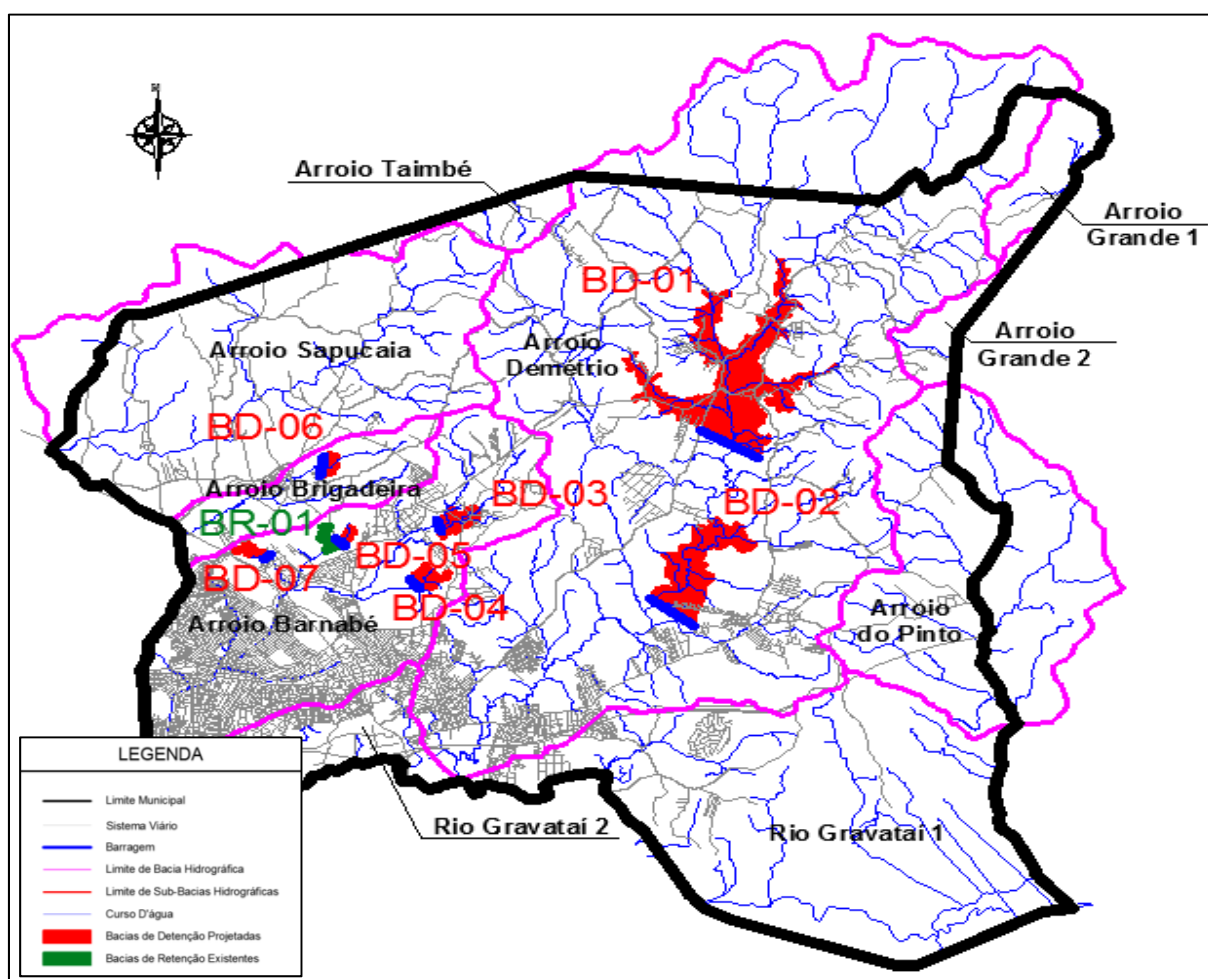


Figura 83 - Bacias de Detenção Projetadas e Bacia de Retenção Existente – Alternativa 1
(Fonte: PMSB/2014)

4.3.4 Sistema de Drenagem de Viamão

A área urbana da sede do município de Viamão e distritos adjacentes é a que apresenta maior extensão de ocorrência de cursos d'água na Bacia do Rio Gravataí.

O relevo acidentado favorece a formação de talvegues e de pequenos arroios, potencializando a velocidade de escoamento superficial, e aparecimento de pontos de alagamento frequentes.

Viamão possui 1.039 km de vias pavimentadas, o que corresponde a 65% das vias urbanas do município, sendo dividida em quatro bacias de drenagem, sendo que três delas pertencem à Bacia do Rio Gravataí (Águas Belas - Baixo Gravataí, Feijó - Baixo Gravataí e Fiúza - Médio Gravataí), enquanto que a bacia do Dilúvio pertence à Bacia do Lago Guaíba. (Ver Figura 84).

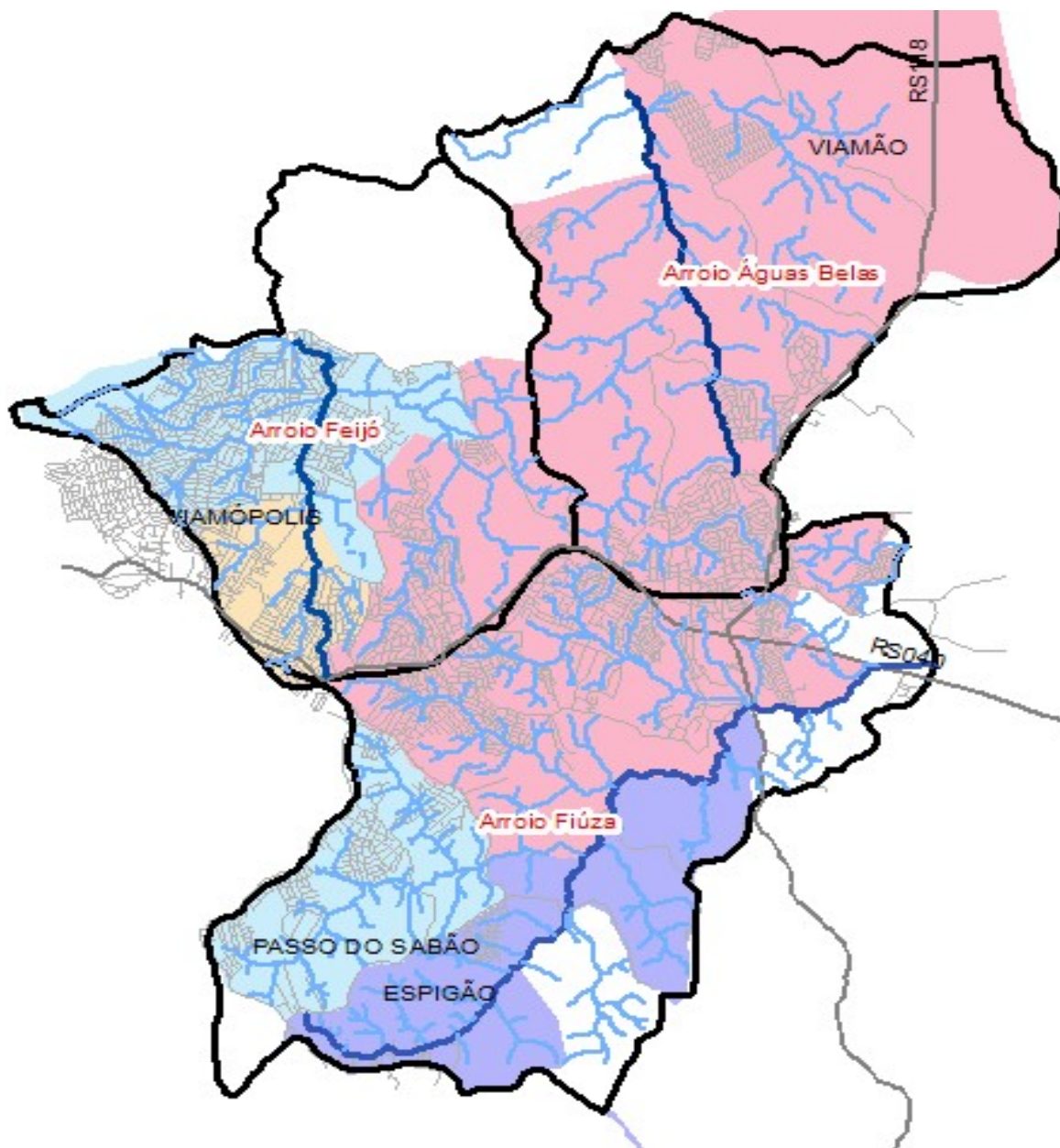


Figura 84 - Área urbana de Viamão e hidrografia no município
(Fonte: PMSB/2014)

A porção ao sul da sede municipal é drenada pela cabeceira da Bacia do Arroio Fiúza, que recebe também contribuições da porção sul do distrito do Passo do Sabão e da pequena área urbanizada do distrito do Espigão.

A Figura 85 demonstra os principais pontos críticos de alagamentos e com risco de erosão na área urbanizada de Viamão, conforme apresentado pelo PMSB.

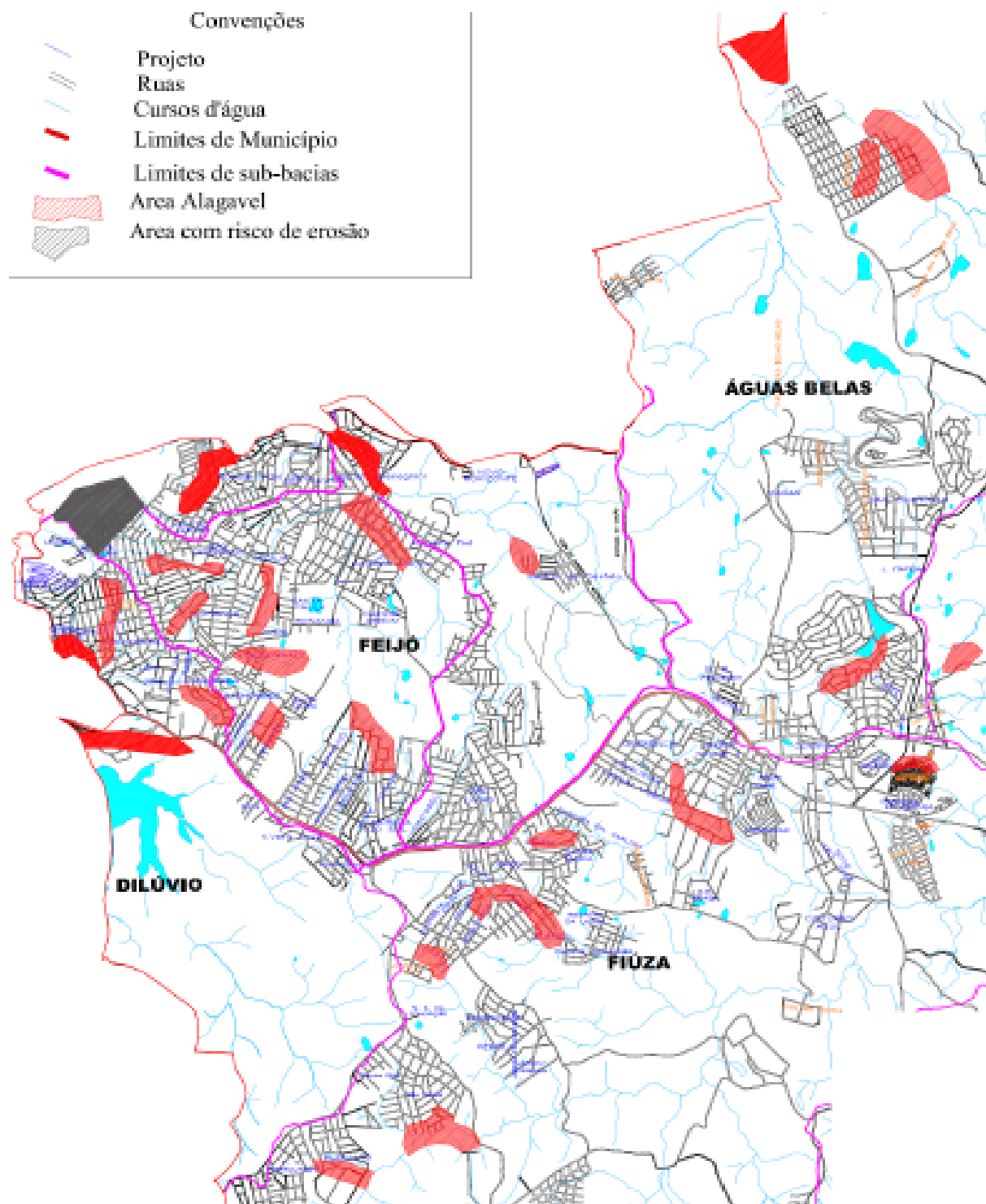


Figura 85 - Principais pontos de alagamento e erosão na área urbana de Viamão
(Fonte:PMSB)

O Quadro 29 apresenta as extensões da rede de macrodrenagem das referidas bacias baseado na análise da hidrografia.

Quadro 29 - Extensão das redes de macrodrenagem em Viamão a partir de análise da hidrografia

SUB-BACIA DO GRAVATAÍ	BACIA MUNICIPAL	EXT. DO ARROIO PRINCIPAL (km)	EXT. DE OUTROS CÓRREGOS E AFLUENTES (km)	TOTAL (km)
BG2	Arroio Águas Belas	6,9	64,0	70,9
BG2	Arroio Feijó	6,3	64,7	71,0
MG2	Arroio Fiuza	15,0	117,5	132,5
Total				274,4

(Fonte: PMSB/2014)

4.3.5 Sistema de Drenagem de Alvorada

O município de Alvorada possui parte de sua ocupação urbana em zona de inundação natural do Rio Gravataí, e conseqüentemente apresenta problemas decorrentes de extravasamentos do rio, conforme indicado na Figura 86.

Cerca de 60% da área urbanizada conta com rede de esgotos pluviais, conforme o PMSB, o qual indica que as redes encontram-se nas áreas mais centrais da cidade e nos núcleos habitacionais planejados, embora não haja um cadastro topográfico do sistema de drenagem.

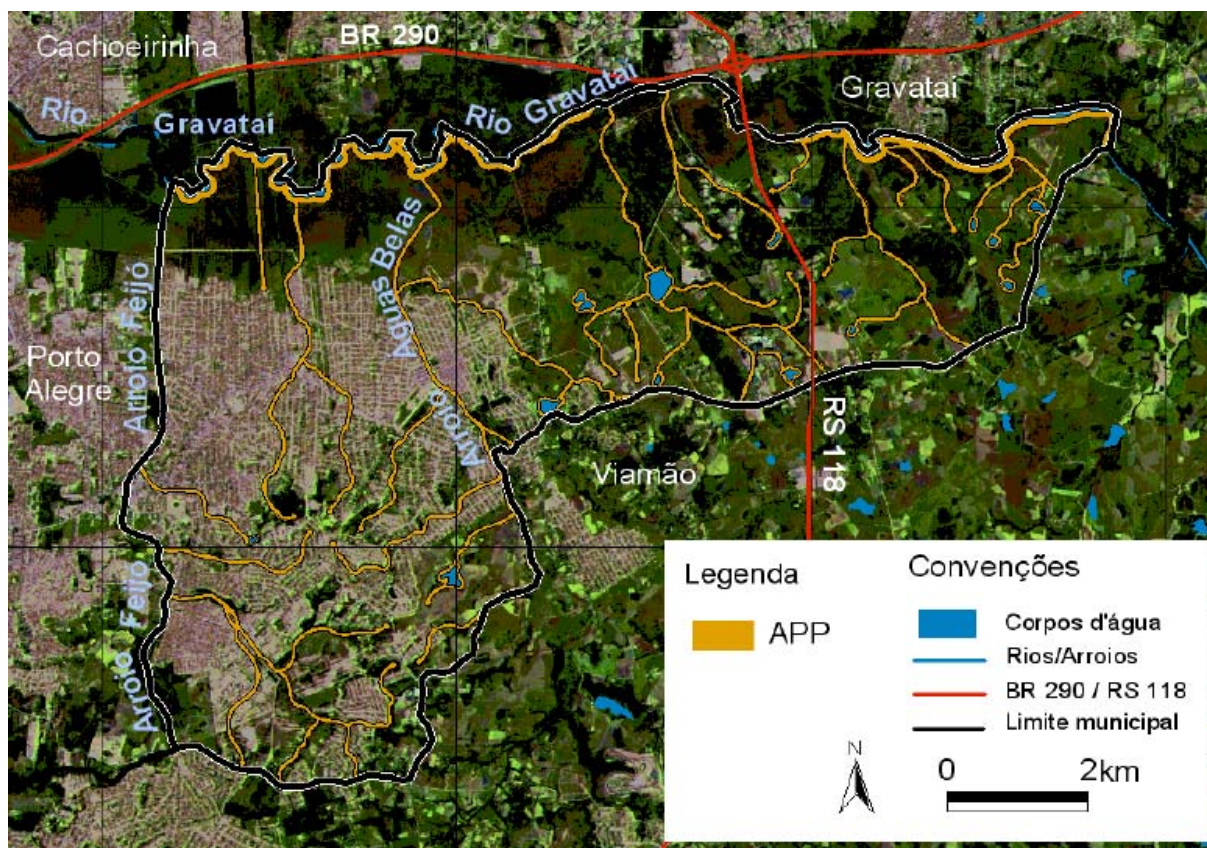


Figura 86 - Localização relativa de Alvorada em função da várzea do Rio Gravataí
(Fonte: PMSB, PDDUI)

O território do município pode ser dividido em três sub-bacias: do Arroio Feijó (27,7 km² - 38,4 %), do Arroio Águas Belas (32,3 km² - 44,6 %), e do Arroio Passo dos Negros (12,2 km² - 17,0 %), e podem ser identificados pela Figura 87.

Além das obras de defesa contra inundações, deve-se destacar o sistema de canalização do Arroio Feijó, com nascentes no município de Viamão e percorrendo uma trajetória com sentido geral de sul para norte, até desembocar no Rio Gravataí.

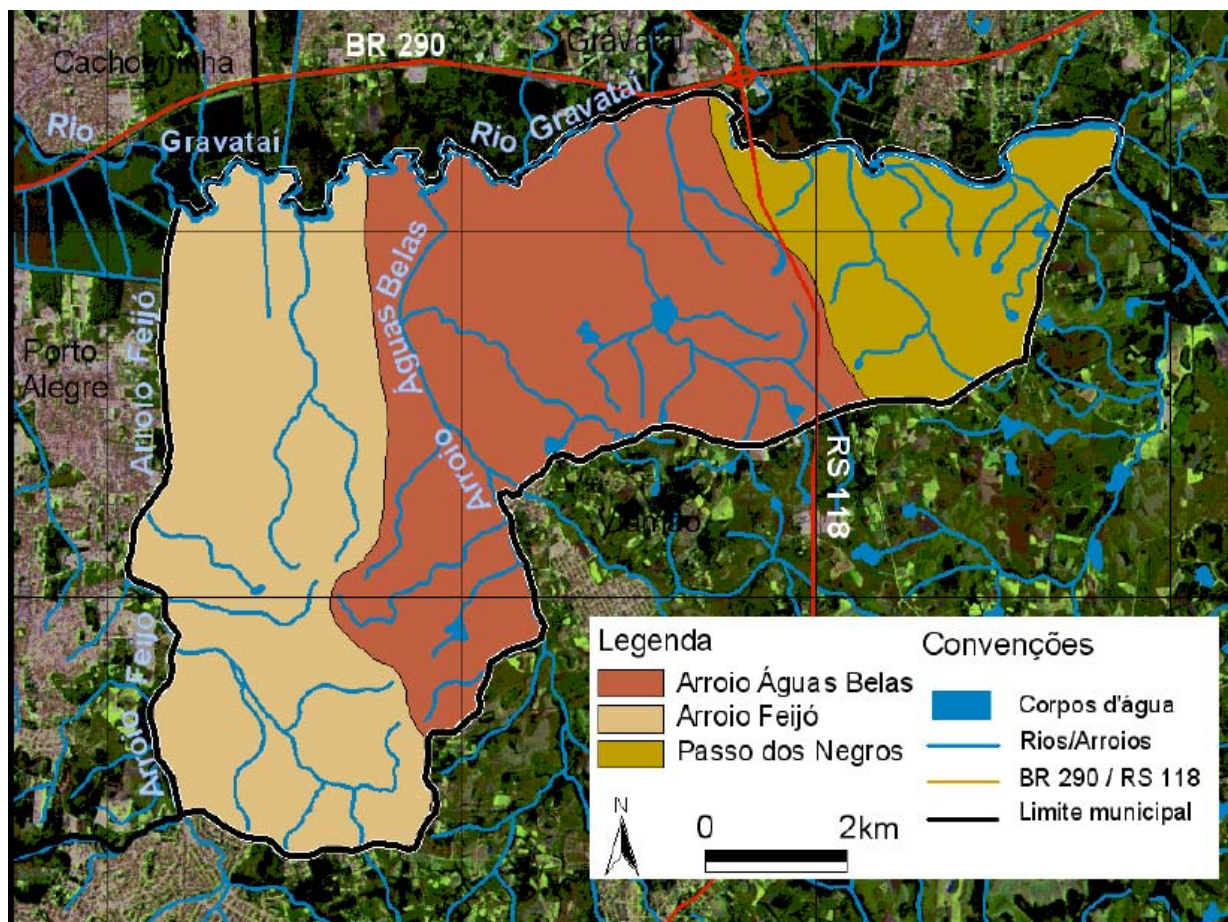


Figura 87 - Bacias e cursos d'água de Alvorada
(Fonte: PMSB)

Este arroio atravessa diversas áreas baixas de difícil drenagem, caracterizadas pelos índices elevados de ocupação habitacional. Esta ocupação, em geral produzida por populações de baixo poder aquisitivo, se dá de forma pouco ordenada, sem critérios para a preservação das áreas frequentemente inundáveis.

Esta bacia está sendo alvo de estudo detalhado para contenção das inundações e enchentes nas áreas ocupadas, que deverá ser contemplado em sua proposição estrutural, quando da realização da modelagem matemática do presente estudo.

A sub-bacia do Arroio Feijó apresenta praticamente toda sua superfície urbanizada com características residenciais, podendo-se afirmar que se trata da sub-bacia mais impermeabilizada, pelo uso do solo urbano, presentes a distância mínima de 1,5 quilômetros do Rio Gravataí.

A região ainda não urbanizada, próxima ao rio, se caracteriza por ser zona de inundação natural e deve ser preservada. Segundo AGRITEMPO/2012 é uma região composta por planossolos, de baixa infiltração, imperfeitamente ou mal drenados, favorecendo a permanência de lâmina d'água, agravando os efeitos das cheias, típicas da região.

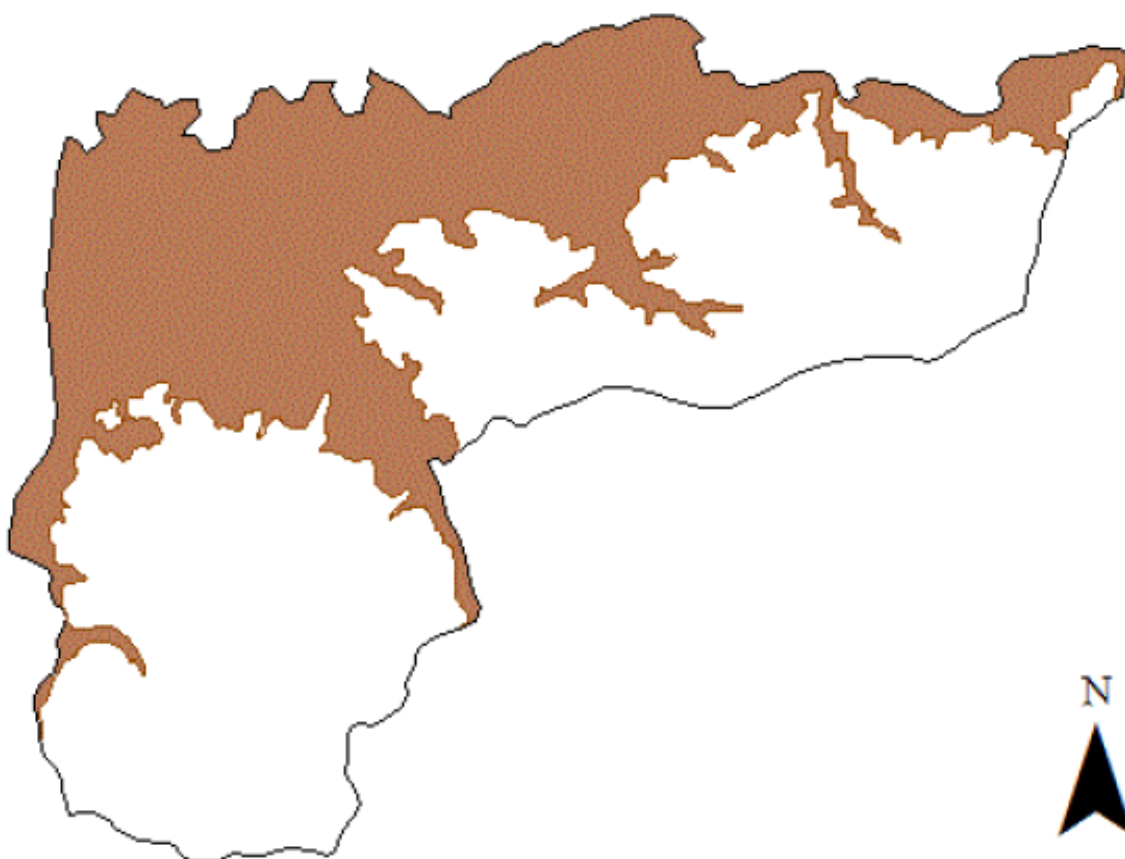
Na sub-bacia do Arroio Feijó não identificam-se muitas áreas livres que poderiam ser aproveitadas como bacias de amortecimento.

A sub-bacia do Arroio Águas Belas possui menos da metade de sua área urbanizada e uma cabeceira mais preservada. A região industrializada da cidade está localizada à leste, às margens da RS 118. Existem diversas áreas não urbanizadas que possuem potencial para a implantação de bacias de amortecimento.

A sub-bacia Passo dos Negros é praticamente não urbanizada e constituída por manchas de vegetação, plantações e algumas poucas áreas com solo exposto.

As áreas de risco estão localizadas em cotas baixas, em áreas de inundação natural, próximas ao leito do Rio Gravataí.

A Figura 88 apresenta figura delimitando as áreas de risco conforme o Atlas Ambiental de Alvorada, e que foi reproduzida no PMS-Alvorada.



*Figura 88 - Áreas de risco de inundação em Alvorada.
(Fonte: PMSB, Atlas Ambiental de Alvorada).*

4.3.6 Sistema de Drenagem de Cachoeirinha

Embora o município de Cachoeirinha não disponha de cadastro topográfico da rede de microdrenagem, o PMSB aponta a existência de rede em praticamente todas as vias pavimentadas do município.

A área urbana de Cachoeirinha compreende toda a extensão do município, sendo as áreas rurais classificadas como integrantes da Área de Transição Urbano Ambiental. A região residencial é bem definida, estando limitada pela Avenida Frederico Augusto Ritter e o limite com o município de Gravataí.

Cachoeirinha é dividida em quatro bacias de drenagem, sendo que três delas pertencem à Bacia do Rio Gravataí e sub-bacia BG1 - Baixo Gravataí Margem Direita: Arroio Águas Mortas, Arroio Brigadeira, Arroio Passinho. Já a bacia do Arroio Sapucaia, ao norte do município, pertence à Bacia do Rio dos Sinos.

A denominação Arroio Águas Mortas, com extensão aproximada de 4 km, é uma referência local, visto que se trata de um trecho do Arroio Brigadeira que nasce no município de Gravataí e volta a ser chamado novamente de Arroio Brigadeira na porção mais a jusante com extensão de 5 km, onde ele é o elemento natural que define a fronteira com o município de Canoas.

Portanto, as bacias de drenagem urbana do Arroio Águas Mortas e Brigadeira podem ser consideradas funcionalmente como uma única bacia.

A principal diferença é que a bacia definida como Brigadeira também recebe contribuição de Canoas.

O Arroio Passinho, com aproximadamente 7 km de extensão já é o responsável pela drenagem da área mais densamente urbanizada. Conforme o PMSB, ele é dividido em 5 trechos (Passinho 1 até 5) e possui dois trechos retificados (Passinho 2 e Passinho 4) na área urbana, com seção retangular, parede e lajes de grês.

No Passinho 5, após cruzar a BR-290, ele é retificado, passando ao lado da ETE Cachoeirinha. Ainda dentro da bacia do Arroio Passinho, próximos ao Rio Gravataí, ocorrem dois canais (Canal 1 e Canal 2), com extensão aproximada de 3 km.

A Figura 89 apresenta as bacias de drenagem urbana de Cachoeirinha junto com a base de hidrografia, que caracteriza a macrodrenagem principal.

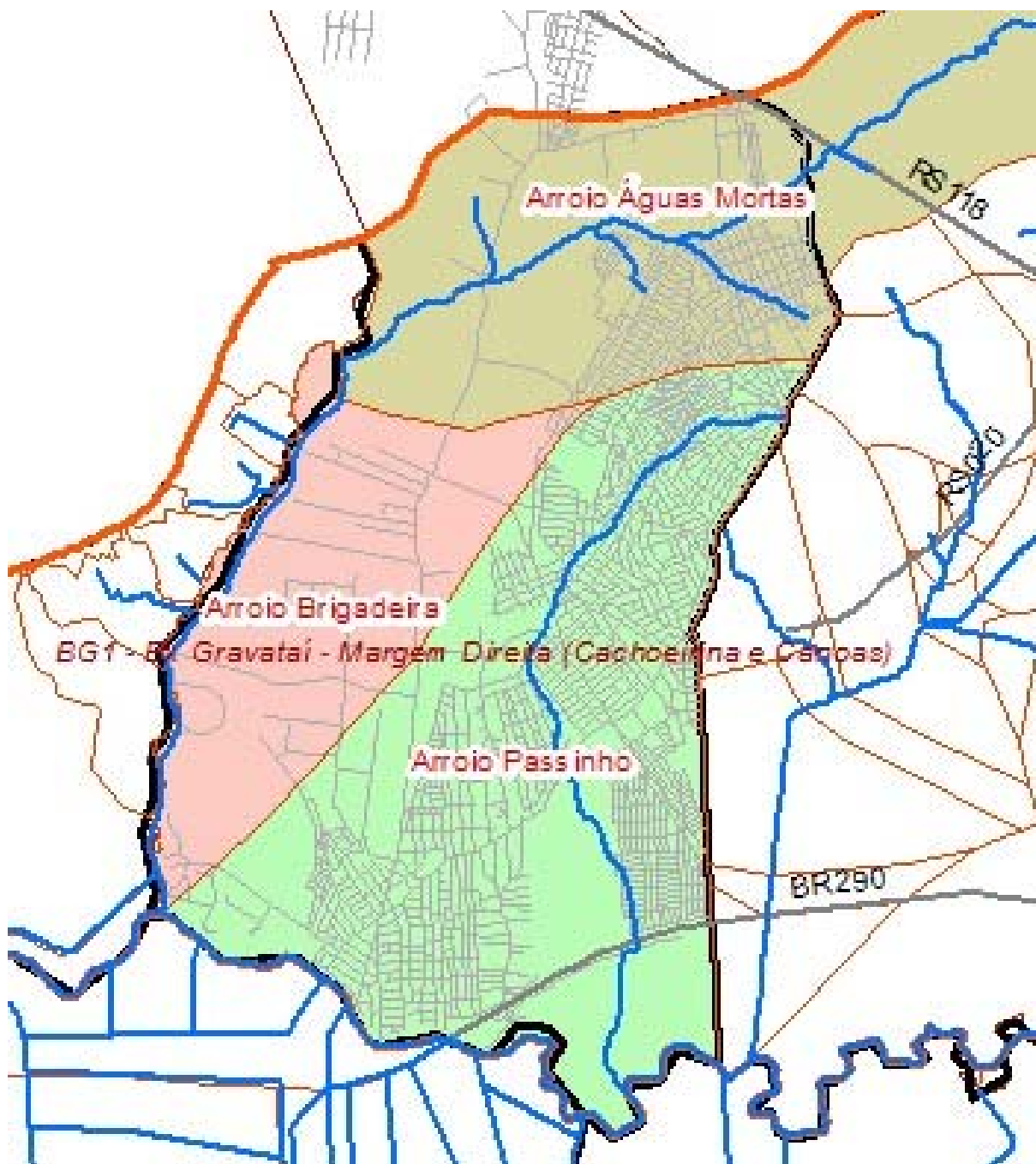


Figura 89 - Bacias urbanas de drenagem de Cachoeirinha e hidrografia
(Fonte: PMSB)

No trecho compreendido entre a BR-290 e a entrada principal da cidade (início da Av. General Flores da Cunha), junto à margem direita do Rio Gravataí, foi implantado um dique de proteção.

A Figura 90 apresenta um recorte da planta "Localização de Macrodrenagem e Diques de Proteção" do PMSB, onde está registrado o detalhamento do Arroio Passinho e os canais que não constam na base de hidrografia. Também destaca em vermelho a posição do dique de proteção.

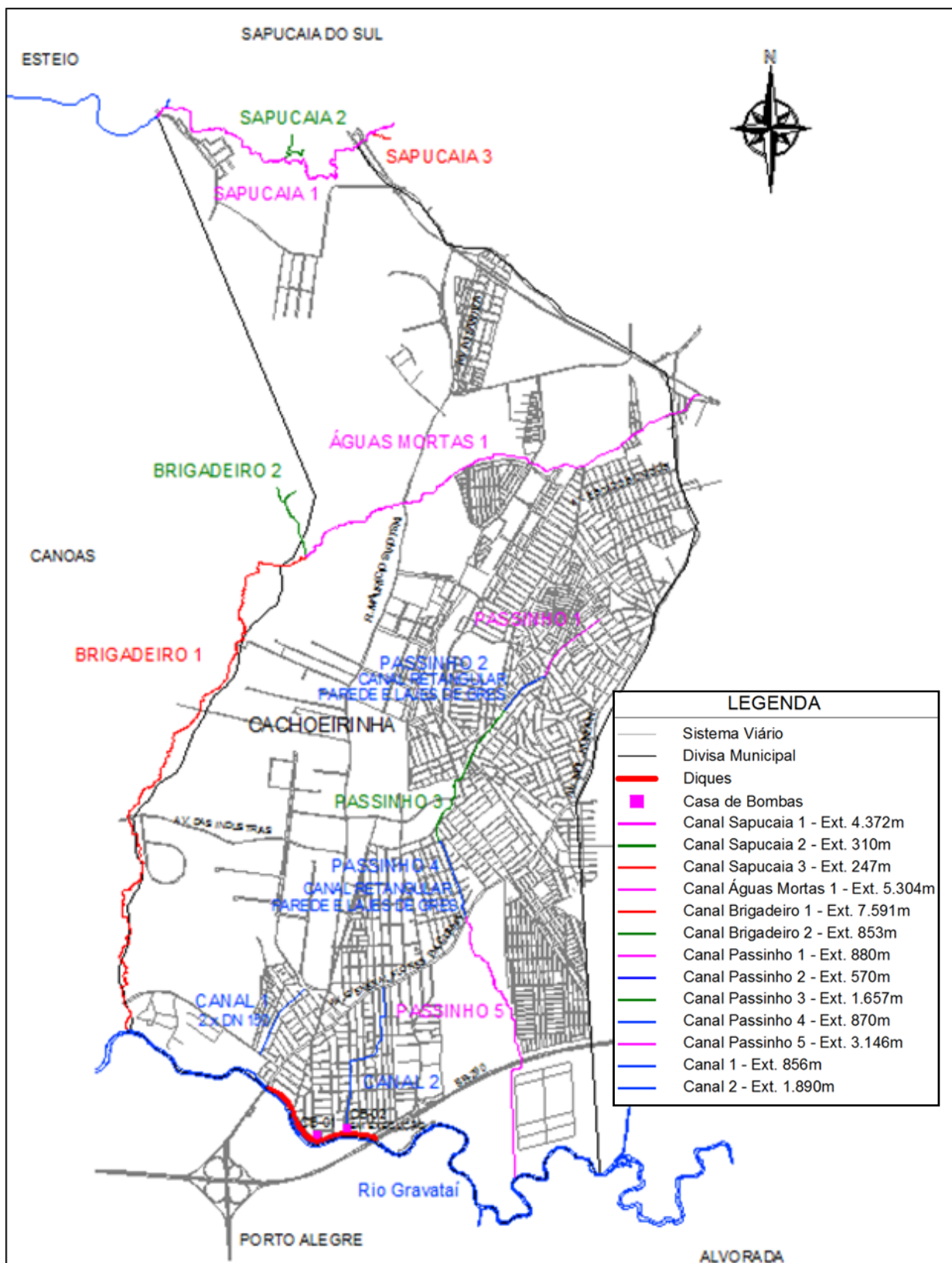


Figura 90 - Macrodrenagem do município de Cachoeirinha
(Fonte: PMSB)

As extensões dos trechos de macrodrenagem podem ser identificadas no Quadro 30

Quadro 30 - Extensões dos trechos de macrodrenagem de Cachoeirinha

NOME CANAL	EXTENSÃO (m)
Brigadeira 1	7.194
Brigadeira 2	818
Passinho 1	7.755
Águas Mortas 1	3.346
Águas Mortas 2	1.395
Sapucaia 1	15.330
Sapucaia 2	1.172
Sapucaia 3	2.489
Sapucaia 4	630
Sapucaia 5	693
Sapucaia 6	933
Sapucaia 7	2.797
Sem Nome	1.931

(Fonte: PMSB)

Segundo o PMSB, os problemas pontuais de alagamentos estão localizados conforme a Figura 91 e são especificamente:

- Avenida Mal Rondon, Vila Vista Alegre;
- Arroio Passinho, entroncamento da Rua Curitiba com Avenida José Brambila;
- Arroio Passinho, Vila Princesa Isabel; Arroio Passinho, junto a BR-290;
- Avenida Gal Flores da Cunha, Vila City Nova; Vila Eunice Velha, Vila Imbuí, próximo ao Dique;
- Arroio Sapucaia, Bairro Meu Rincão.

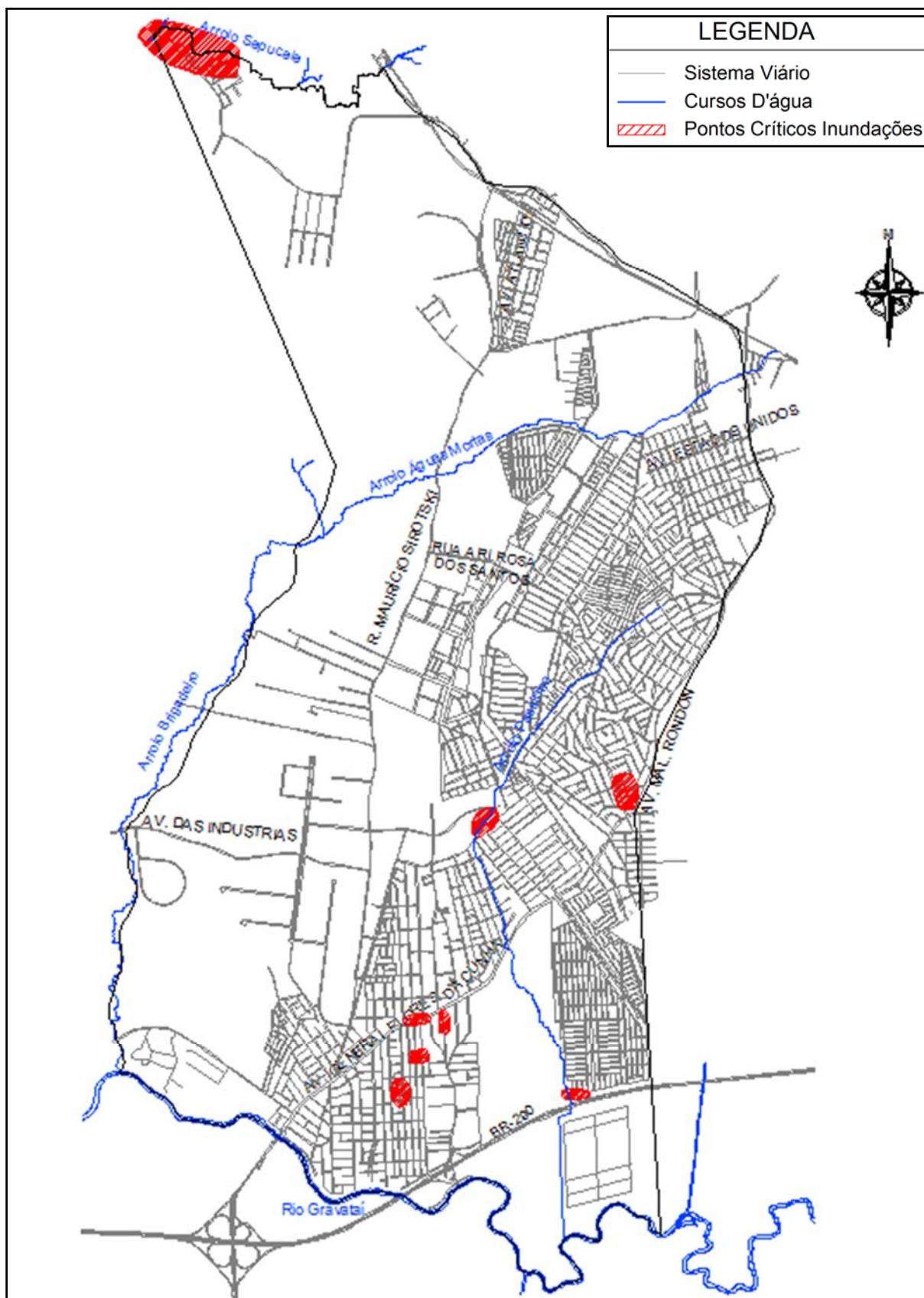


Figura 91 - Pontos Críticos de Inundações
(Fonte: Adaptado de PMC)

4.3.7 Sistema de Drenagem de Canoas

O município de Canoas possui apenas parte de seu território com drenagem escoando para a bacia do Rio Gravataí, mais especificamente nas sub-bacias do Arroio Brigadeira, Pôlder Rio Branco e do Pôlder Niterói.

Identifica-se como informação relevante, cadastro expedito de microdrenagem, de 2006, tendo como base uma restituição aerofotogramétrica, com voo em 1999. Assim, foram identificados 151 km de redes de micro e 24 km de canais de macrodrenagem nas sub-bacias que drenam as águas superficiais para o Rio Gravataí, segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico - PLAMSAB/2013.

O referido estudo apresenta a Figura 92 com a abrangência da rede de microdrenagem de Canoas em todo seu território municipal, aqui transcrita.

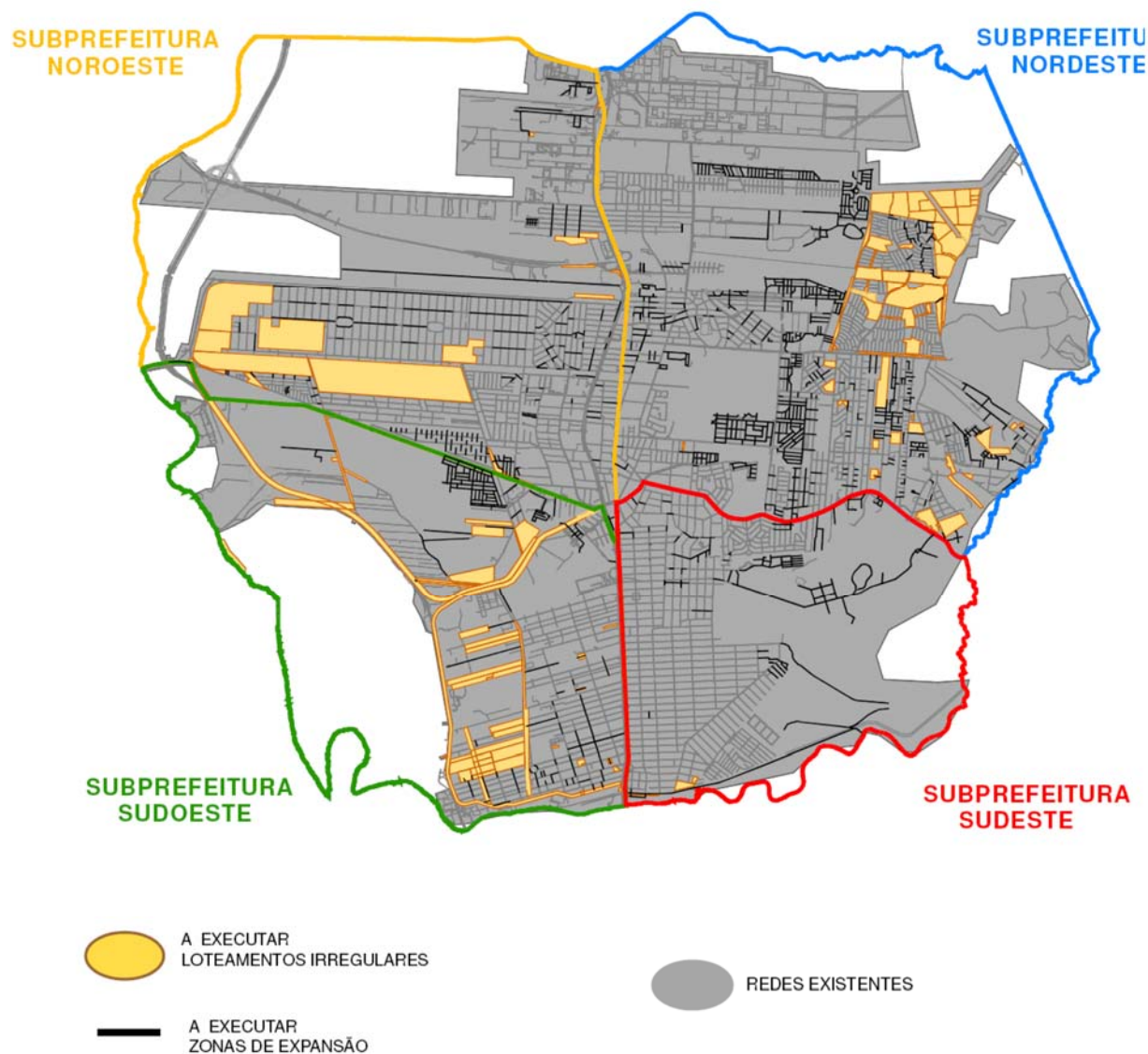


Figura 92 - Abrangência da rede de microdrenagem de Canoas
Fonte: PLAMSAB/2013

As redes de microdrenagem estão assim distribuídas:

- Polder Niterói: 79,1 km;
- Polder Rio Branco: 56,6 km;
- Arroio Brigadeira: 15,4 km.

O Pôlder Niterói conta com três importantes canais, o primeiro canal é paralelo a rua Tamoio, o qual desemboca no canal da rua Fernando Ferrari.

Este segundo canal é o que passa ao longo da rua Fernando Ferrari e que recebe a contribuição do arroio que passa pela base aérea e drena o Bairro Nossa Senhora das Graças e o terceiro canal é o que passa ao longo da rua Itamar Mattos de Maia.

O Pôlder Rio Branco, que tem as redes de micro e macrodrenagem desaguardando as contribuições pluviais oriundas do Bairro Rio Branco e Bairro Fátima, conduz suas contribuições para as casas de bombas CB3 e CB4.

Além da vala interna, o Pôlder também conta com importante canal existente na Av. Eng. Irineu Carvalho Braga, o qual também é responsável pela adução das contribuições pluviais para as casas de bomba CB3 e CB4.

De forma geral, a macrodrenagem de Canoas, na Bacia do Rio Gravataí, é composta de canais retificados que não preservam mais as características de hidrografia natural, e cerca de 40 % de seu território está localizado em zona de inundação natural do Rio dos Sinos e Rio Gravataí.

O PLAMSAB/2013 apresentou a localização das áreas onde ocorrem alagamentos, tendo como base uma análise do sistema de micro e macrodrenagem existentes, informações das oficinas de mobilização social, bem como pelas informações catalogadas pela Secretaria XXI.

A Figura 93 apresenta o resultado desta análise.

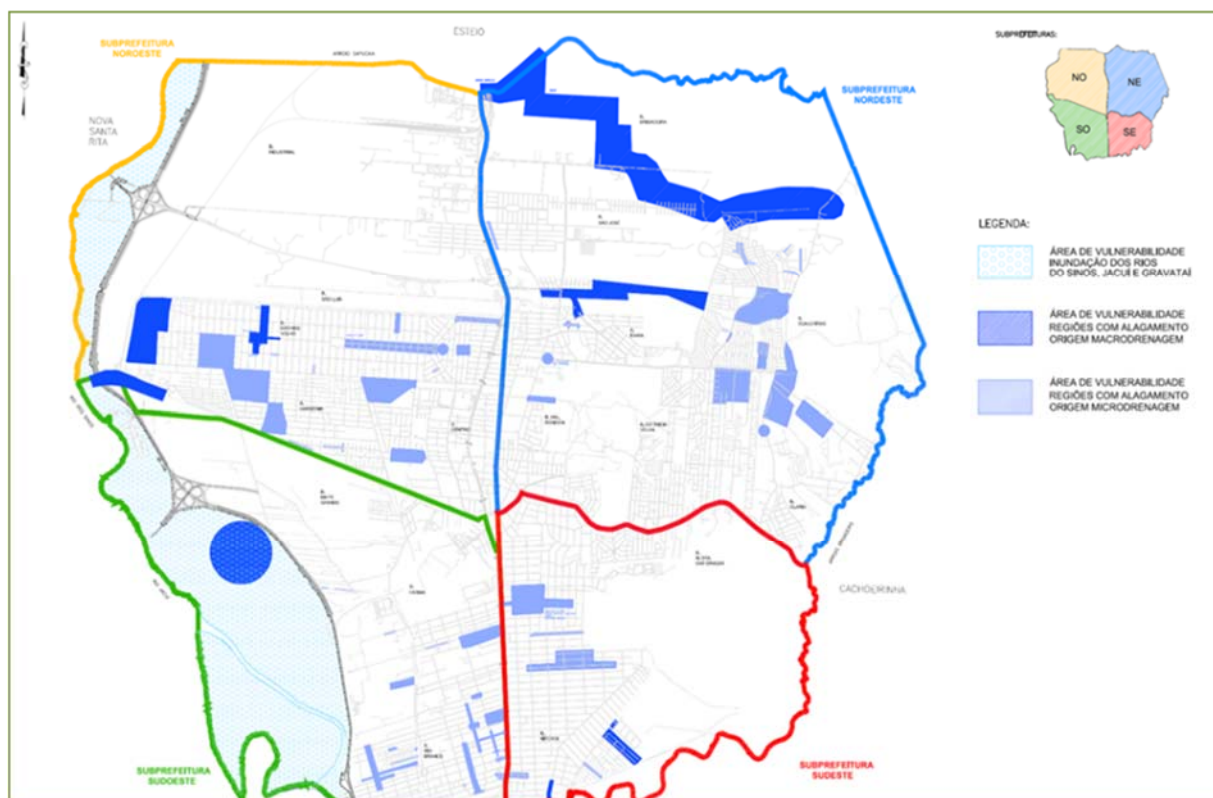


Figura 93 - Pontos Críticos de Alagamentos em Canoas
(Fonte: PLAMSAB/2013)

4.3.8 Sistema de Drenagem de Porto Alegre

A maior área de Porto Alegre é drenada na Bacia do Lago Guaíba. O extremo nordeste da cidade contribui para a Bacia do Rio Gravataí, na extremidade mais à jusante da margem esquerda do Rio Gravataí. Os principais logradouros de Porto Alegre que delimitam a Bacia do Gravataí (sentido sul-norte) são: Av. Protásio Alves, Av. Carlos Gomes, Av. Plínio Brasil Milano, Rua Eduardo Chartier, Av. Assis Brasil, Rua Rio São Gonçalo, Av. Sertório, Av. dos Estados. As sub-bacias que compõem a área de interesse na Bacia do Rio Gravataí, são:

- Arroio Feijó;
- Várzea do Rio Gravataí.
- Arroio Santo Agostinho;
- Arroio Passo das Pedras;
- Arroio Areia;

A Figura 94 apresenta as bacias de drenagem de Porto Alegre que fazem parte da Bacia do Rio Gravataí, destacando o sistema de diques e a área protegida, utilizando dados georreferenciados fornecidos pelo DEP.

Também apresenta, como referência, a hidrografia da base cartográfica utilizada no presente estudo.

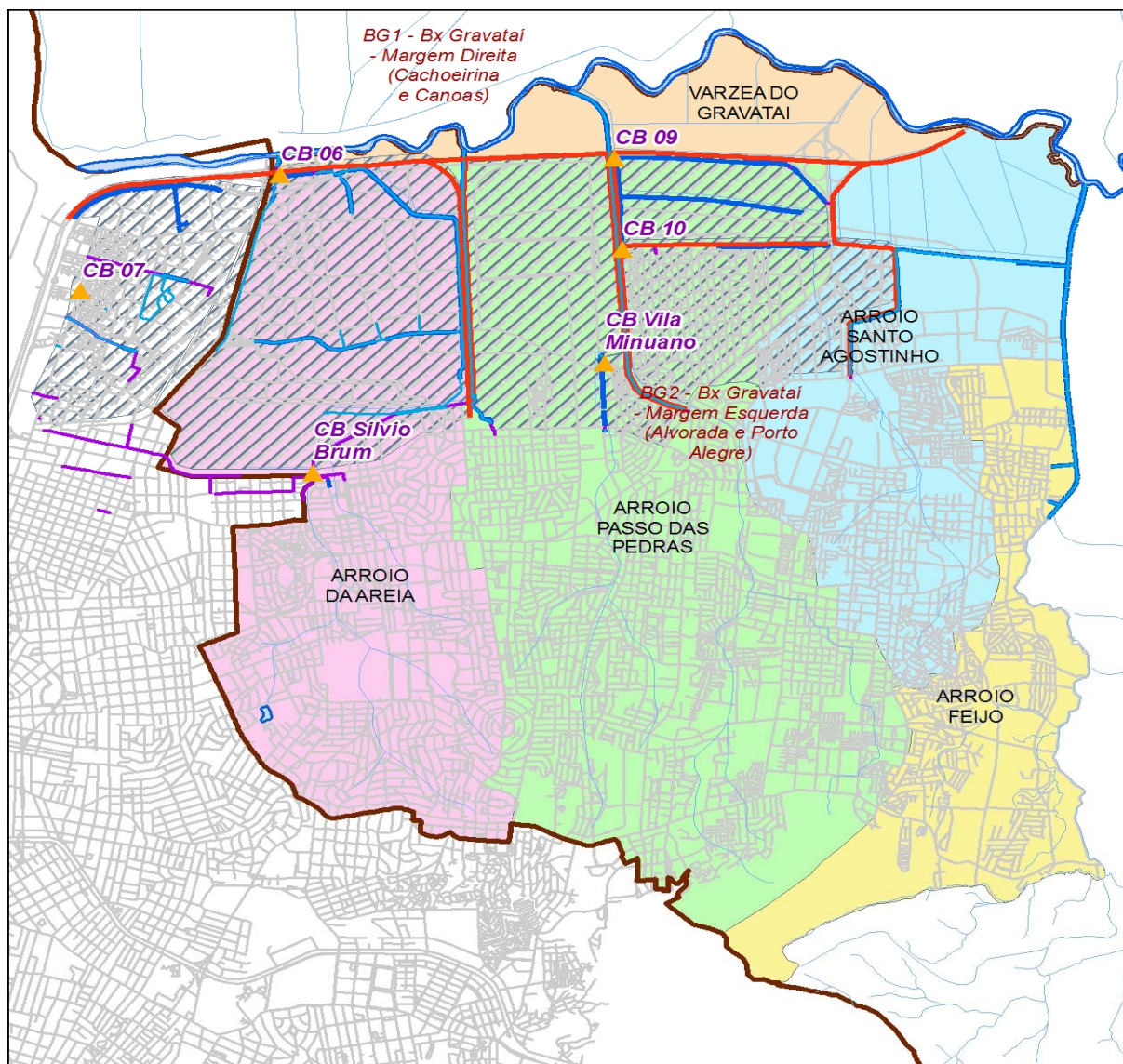


Figura 94 - Bacias de drenagem, sistema de proteção de cheias e hidrografia de Porto Alegre
(Fonte: DEP/POA)

O município possui levantamento aerofotogramétrico detalhado e cadastro completo dos sistemas de micro e macrodrenagem, haja vista que estão concluídos os Planos Diretores de Drenagem das bacias que o compõem.

A bacia do Arroio Feijó, que delimita politicamente os municípios de Porto Alegre e Alvorada, está sendo objeto de um estudo específico de concepção de soluções estruturais para os problemas de inundações frequentes, contratado pela Metroplan e está em elaboração.

Posteriormente, quando da realização dos estudos hidrológicos e modelagem matemática do presente estudo, estas informações serão agregadas, bem como as proposições estruturais do referido estudo.

A bacia de drenagem Várzea do Gravataí, sem ocupação urbana, é isolada do restante da cidade através de diques, e apresenta restrições de ocupação por se tratar de área de inundação natural.

Um sistema de diques cria uma região de Pôlder na porção de jusante (extremidade norte) das bacias Arroio da Areia, Passo das Pedras e Santo Agostinho, restringindo a inundação à área da várzea.

O Plano Diretor de Drenagem Urbana - PDDrU da Bacia Arroio Santo Agostinho aponta uma área de contribuição de 12,56 km², comprimento principal do curso d'água de 8,30 km e declividade média de 0,0092 m/m.

O referido PDDrU/2011, aponta:

"Esta bacia apresenta-se insuficientemente contemplada pelo SPCC-POA, uma vez que sua porção Norte apresenta parte contida pelo dique da Autoestrada Osório e outra parte (área de várzea, correspondente a 28 % da área total da bacia) vulnerável às cheias do Rio Gravataí, e não apresenta estação de bombeamento.

A ocupação urbana na bacia é elevada, excetuando-se a sua porção norte, que constituiria um pôlder, completando o SPCC-POA no seu trecho leste. Caracteriza-se por habitações uni e multifamiliares, de baixa renda em sua porção mais ao Norte, mas também contém loteamentos de elevado padrão e condomínios fechados em sua porção central e sul."

A Figura 95 mostra a delimitação da bacia sobre uma imagem de satélite recente.

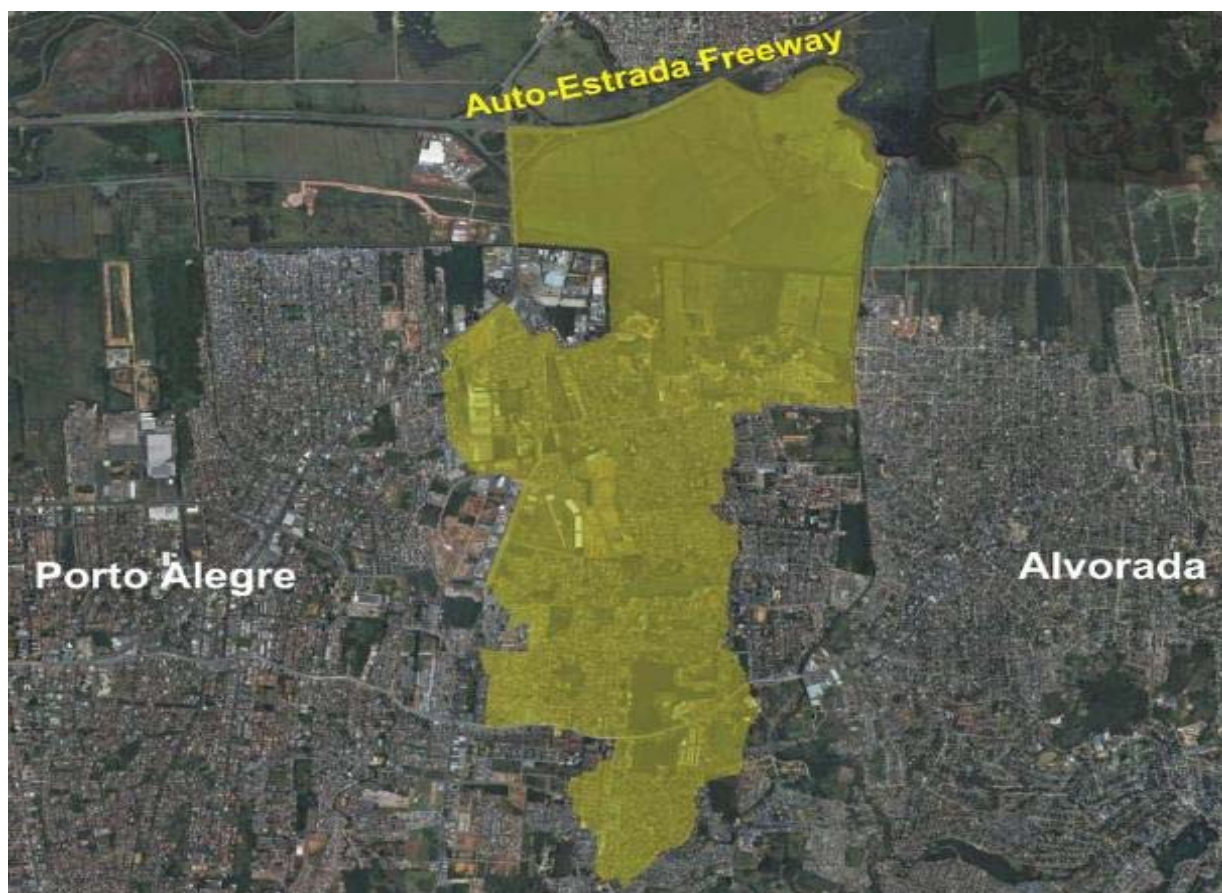


Figura 95 - Delimitação da Sub-bacia do Arroio Santo Agostinho
(Fonte: Transcrito do PDDrU - DEP/2011)

O Arroio Santo Agostinho apresenta ainda trechos em estado natural (5.024 m), entretanto na sua maior parte o arroio encontra-se canalizado (3276 m), e recebe o esgotamento pluvial da bacia e após cruzar a Avenida Francisco Silveira Bittencourt segue na forma de canal aberto em terra até atingir um canal coletor geral do SPCC.

Após cruzar a Avenida Francisco Silveira Bittencourt o arroio segue na forma de canal aberto em terra até atingir um outro canal que deságua no arroio Feijó.

Existe um dique que separa esse canal e o canal que segue para o arroio Passo das Pedras, não havendo nenhuma contribuição da bacia do arroio Santo Agostinho para a bacia do arroio Passo das Pedras (Ver Figura 96).



Figura 96 - Escoamento na Bacia do Arroio Santo Agostinho
(Fonte: Transcrito do PDDrU - DEP/2011)

A Figura 97 apresenta o diagnóstico da simulação do funcionamento do sistema de drenagem proposto, incluindo a indicação de restrição de uso da área denominada Várzea do Gravataí e junto à margem do Arroio Feijó.

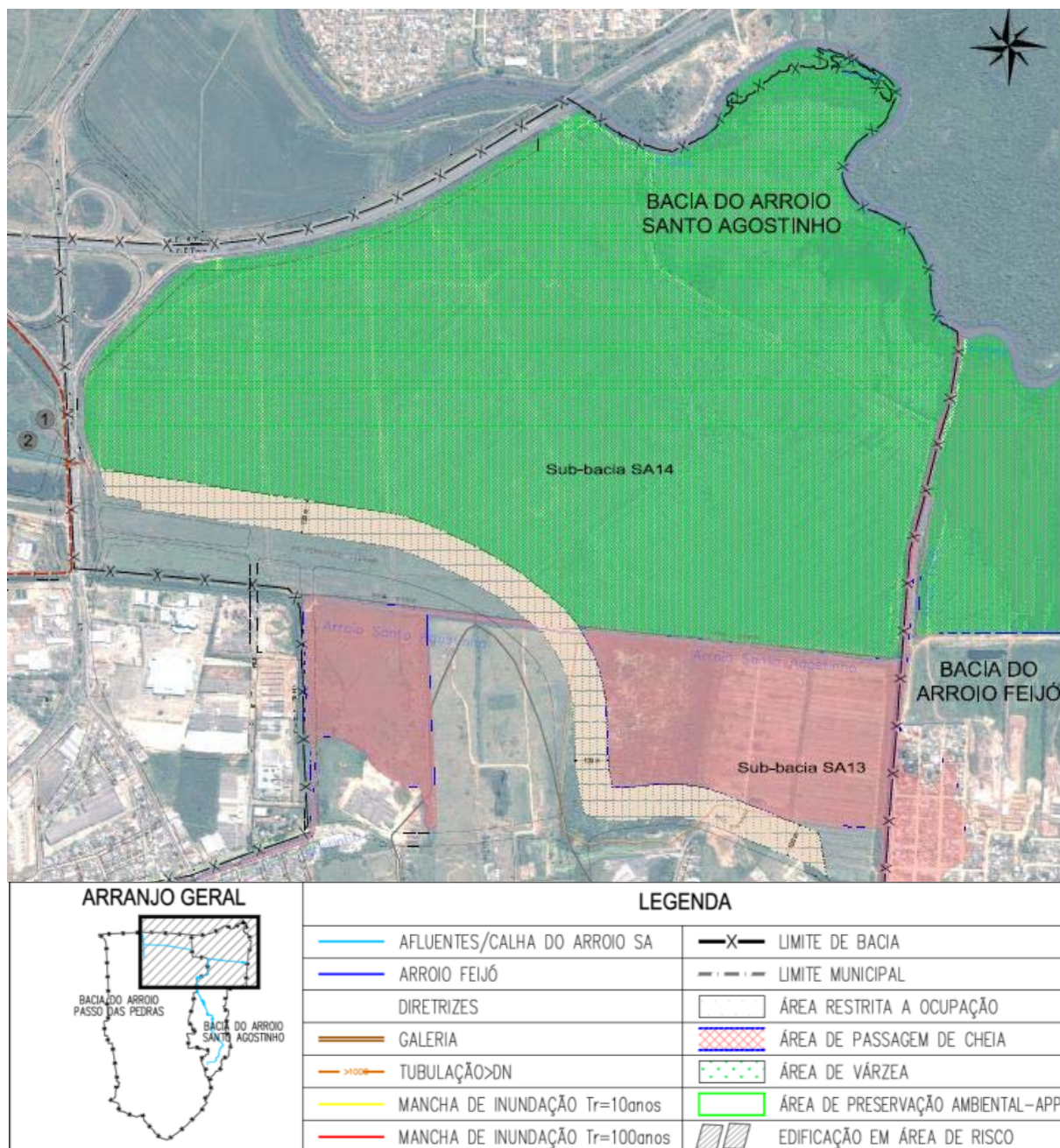


Figura 97 - Trecho de jusante da Bacia do Arroio Santo Agostinho
(Fonte: Transcrito de PDDrU - DEP/2011)

Plano Diretor de Drenagem Urbana - PDDrU da Bacia do Arroio Areia - DEP/2002 aponta que a bacia abrange uma área de 20,85 km², dos quais aproximadamente metade corresponde à bacia do Arroio da Areia (11,7 km²), propriamente dito, e o restante pertence ao polder do Aeroporto, conforme Figura 98. O comprimento do Arroio Areia é de 5,4 km até a Casa de Bombas Sílvio Brum, e possui um desnível de 121 m.

Nesta bacia a drenagem natural é realizada pelo arroio do Areia, curso principal, que recebe diversas contribuições de pequenos canais ao longo do curso, dentre os quais se destacam o Canal Assis Brasil, Carneiro da Fontoura, Menna Barreto e Cerro Azul. Já na parte superior a drenagem se abre em seis nascentes dos morros Rio Branco e Petrópolis.

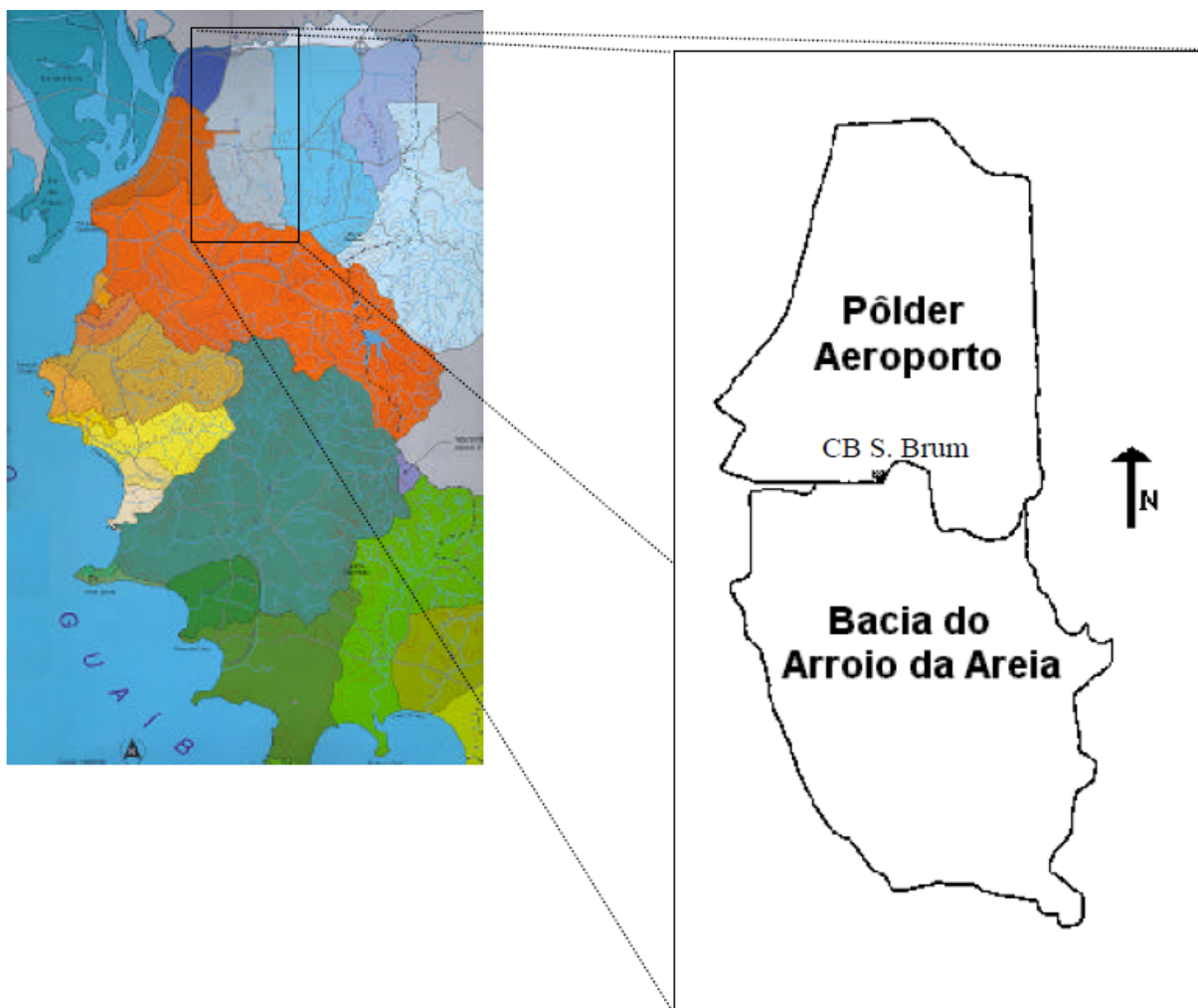


Figura 98 - Bacia do Arroio Areia no sistema de drenagem de Porto Alegre
(Fonte: PDDrU - DEP/2002)

O sistema de drenagem da bacia do Arroio da Areia divide-se em dois sistemas bem distintos: um que trabalha por condutos forçados e outro drenado pela Casa de Bombas Silvio Brum, ambos convergindo para o arroio da Areia.

As áreas com cotas superiores a 8,13m são drenadas por condutos forçados, enquanto que a CB S. Brum drena uma área de 139,2 ha que está abaixo da cota 8,13 m.

A bacia apresenta uma ocupação urbana que se estende de jusante para montante, sendo mais densamente urbanizada a montante.

O curso principal corre geralmente abaixo do greide das ruas, somente uma pequena parte atravessa o meio das quadras, passando nos fundos das residências.

A parte mais baixa da bacia é uma zona chamada corredor de desenvolvimento, onde se localizam as principais atividades industriais, já a parte mais a montante é uma zona que apresenta um processo de densificação urbana mais intenso a partir da década de 80.

A Figura 99 apresenta os pontos na bacia do Arroio Areia, onde a simulação da operação do sistema de drenagem apresentou problemas de funcionamento para os tempos de recorrência de 2, 5 e 10 anos.

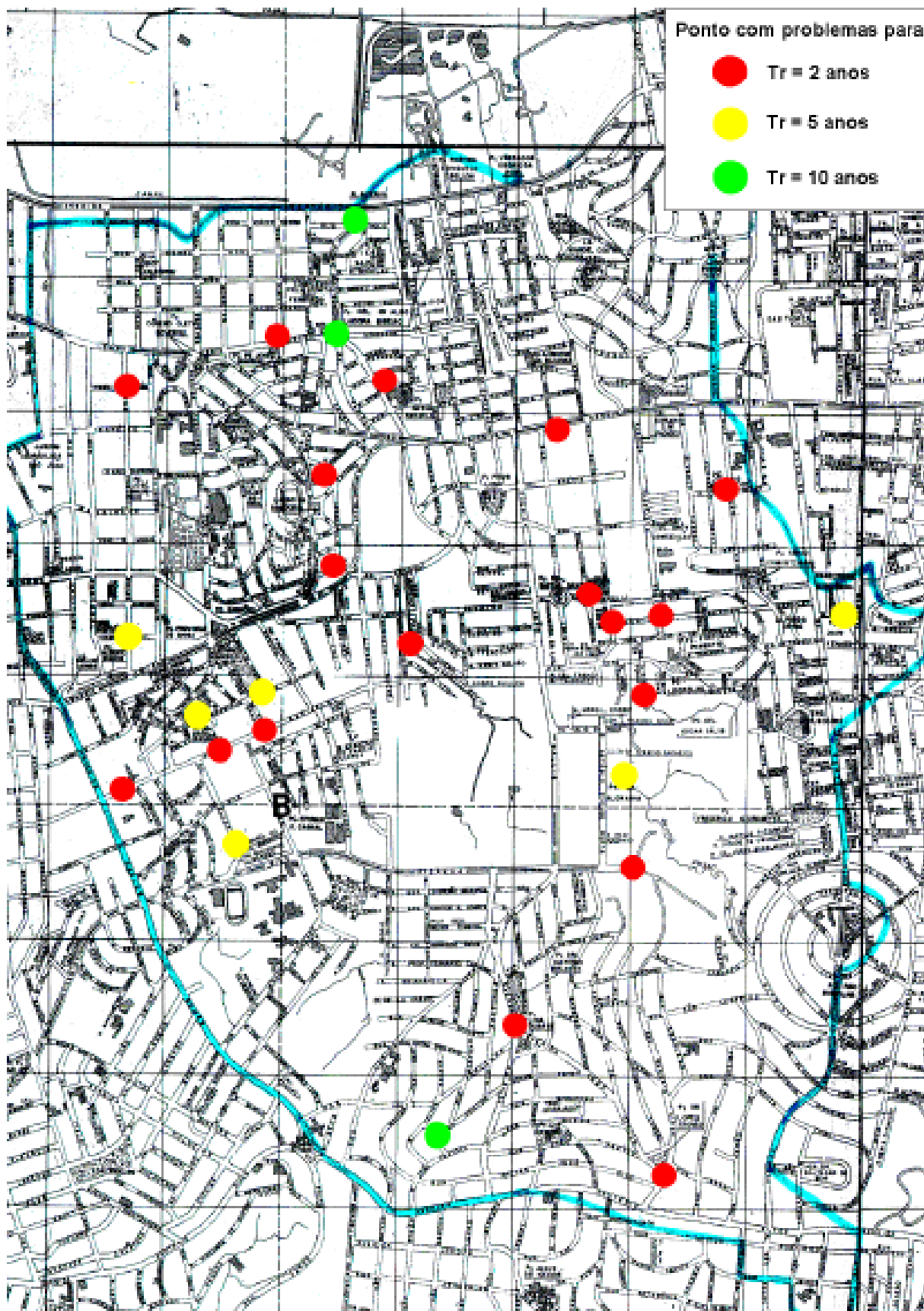


Figura 99 - Pontos críticos de funcionamento da rede de drenagem na Bacia do Arroio Areia.
(Fonte: PDDrU - DEP/2002)

A Figura 100 demonstra os locais propostos para implantação de bacias de retenção, visando a laminação das cheias para solucionar problemas de alagamentos nas bacias.

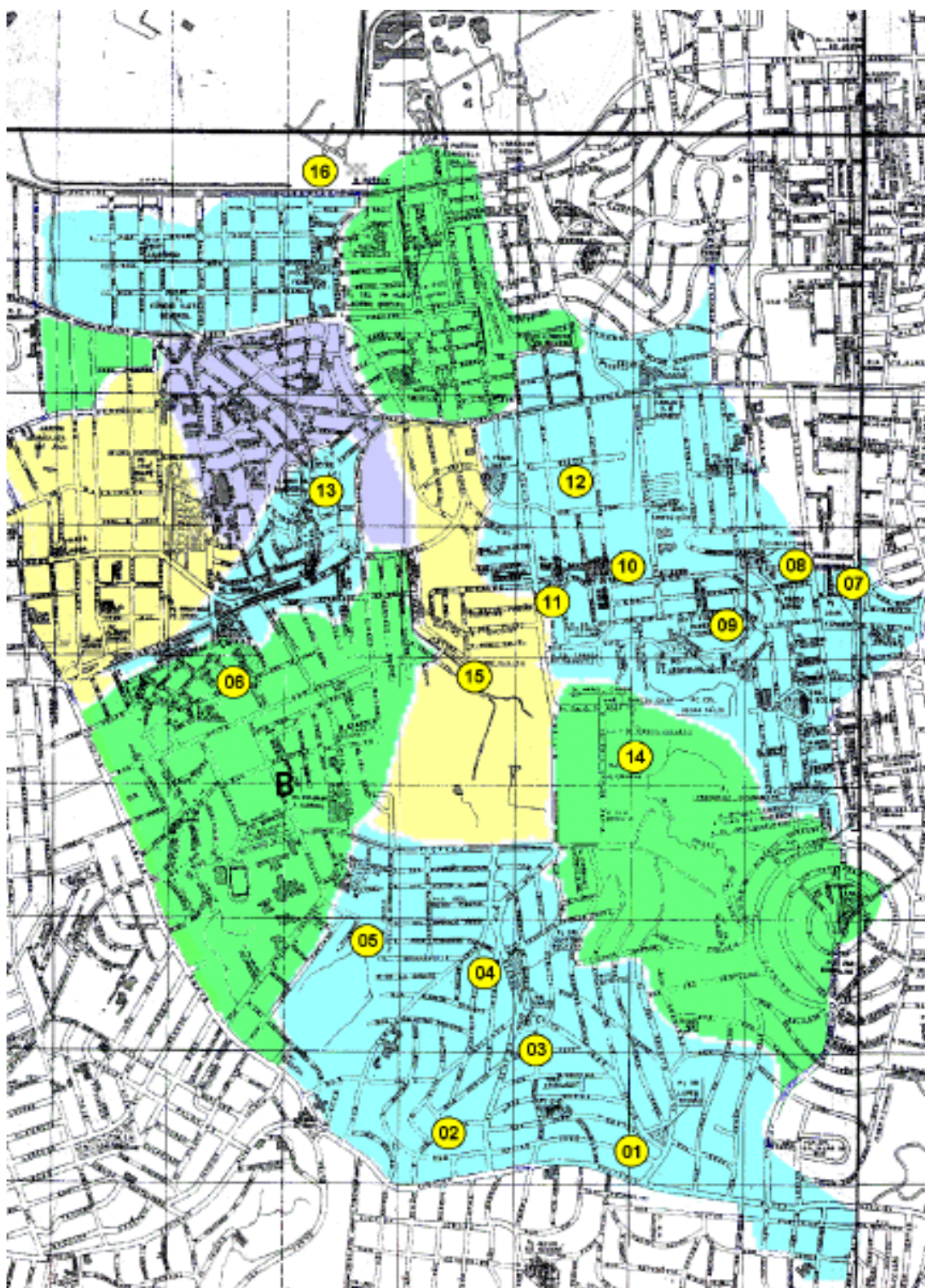


Figura 100 - Locais propostos para implantação de retenção na bacia do Arroio Areia
(Fonte: PDDrU - DEP/2002)

Posteriormente o DEP/2010 contratou a elaboração dos projetos executivos de três reservatórios na bacia do Arroio Areia, quais sejam: Reservatório Estádio Alim Pedro (local 13), Reservatório Praça Irani Bertelli (local 10) e Avenida Grécia (próximo ao local 12).

O Reservatório Estádio Alim Pedro foi concebido atendendo ao croqui apresentado pela Figura 101 e proporciona os seguintes resultados:

- $Q_{\text{pico}} \text{ afluente: } 4,11 \text{ m}^3/\text{s};$
- $Q_{\text{pico}} \text{ efluente: } 0,20 \text{ m}^3/\text{s};$
- Coeficiente de amortecimento; 95%;
- Altura máxima do reservatório: 3,00 m;
- Área útil do Reservatório: 3.100 m².

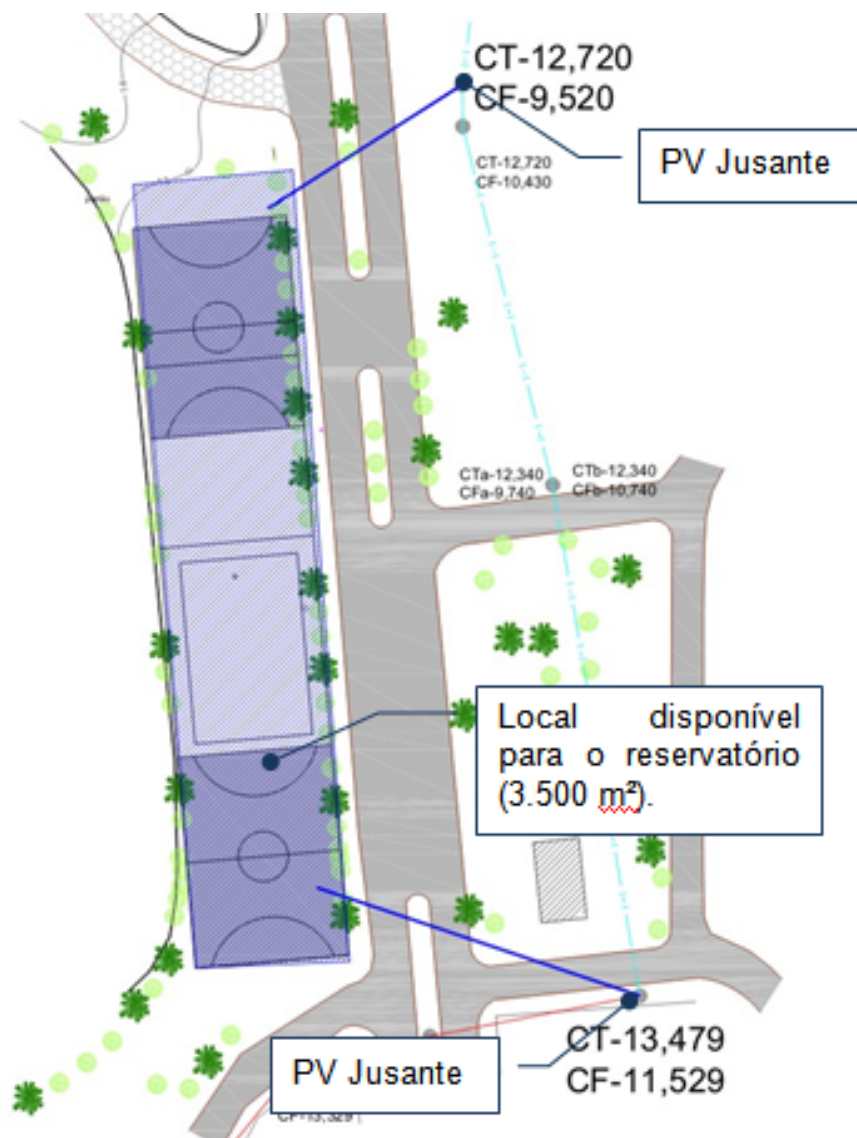


Figura 101 - Croqui de concepção do reservatório de retenção do Estádio Alim Pedro
(Fonte: DEP/2010)

O Reservatório da Praça Irani Bertelli foi concebido atendendo ao croqui apresentado pela Figura 102 e proporciona os seguintes resultados:

- Qpico afluente: 3,10 m³/s;
- Qpico efluente: 0,23 m³/s;
- Coeficiente de amortecimento: 92%;
- Altura máxima do reservatório: 3,70 m;
- Área útil do Reservatório: 2.000 m².

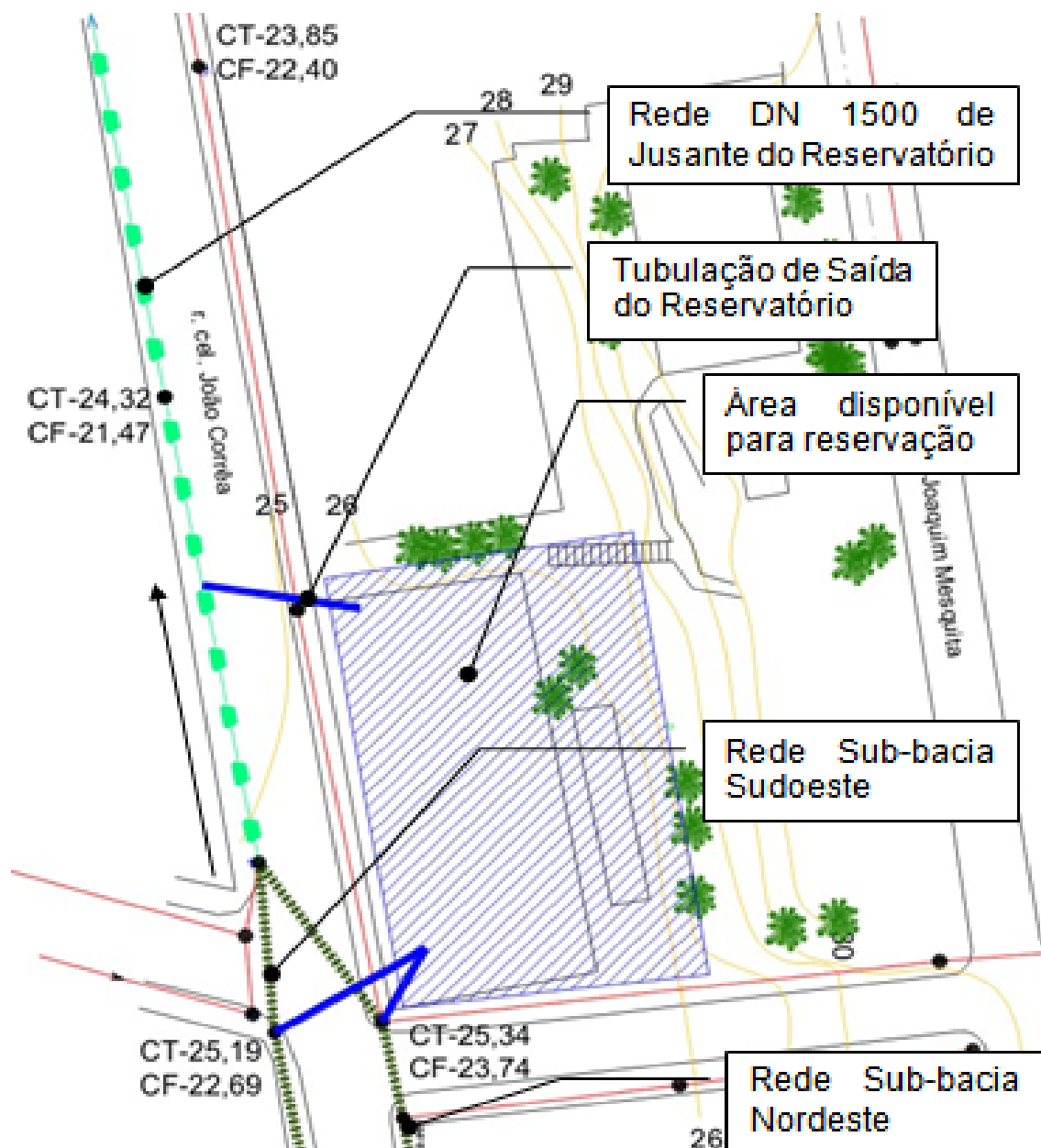


Figura 102 - Localização do Reservatório de Detenção da Praça Irani Bertelli
(Fonte: DEP/2010)

O Reservatório da Avenida Grécia foi concebido atendendo ao croqui apresentado pela Figura 103 e proporciona os seguintes resultados:

- $Q_{\text{pico afluente}}$: 1,77 m³/s;
- $Q_{\text{pico efluente}}$: 0,24 m³/s;
- Coeficiente de amortecimento: 86%;
- Altura máxima do reservatório: 3,21 m;
- Área útil do Reservatório: 600 m².

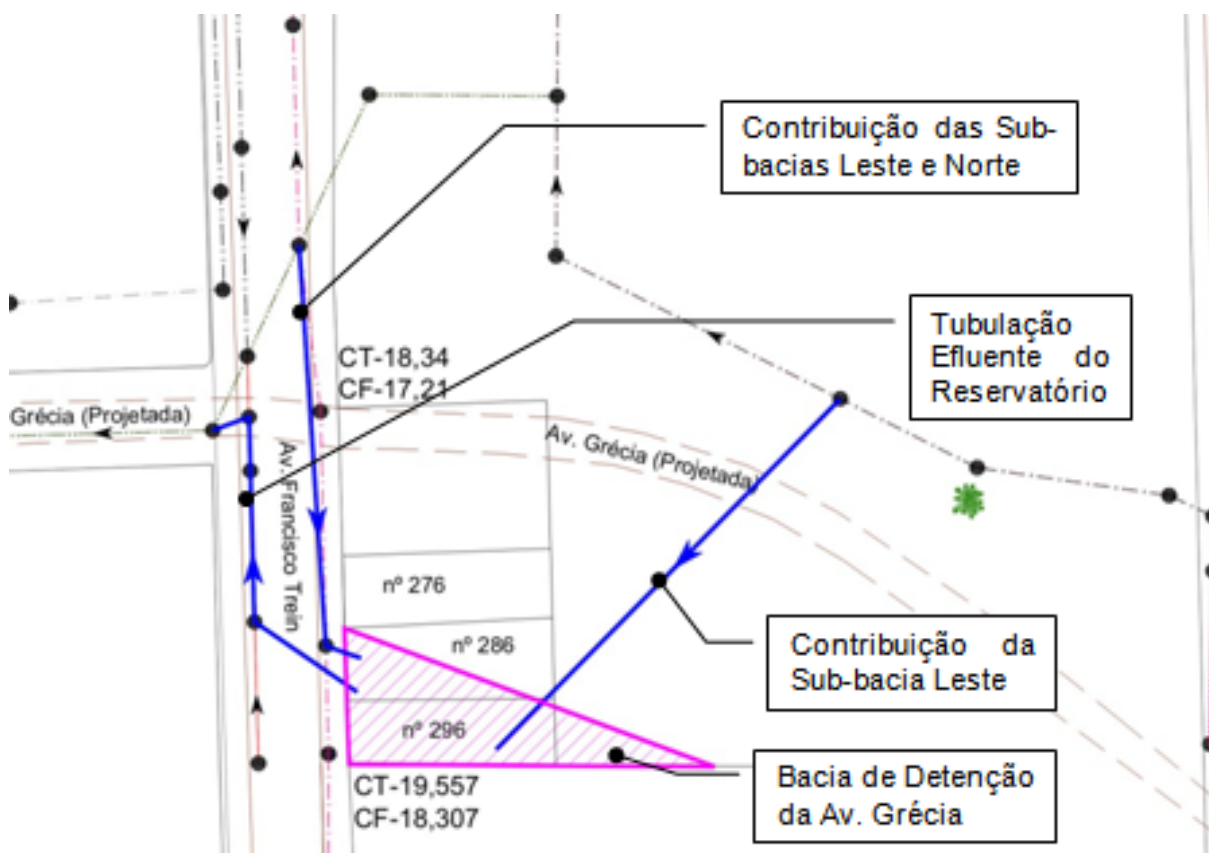


Figura 103 - Croqui do perfil geométrico do reservatório da Avenida Grécia
(Fonte: DEP/2010)

4.3.9 Considerações quanto aos Sistemas de Drenagem Existentes

Apresentam-se através do Quadro 31 as considerações principais em relação aos sistemas de drenagem existentes nos municípios que compõem a bacia do Rio Gravataí.

Entre os aspectos analisados estão:

- Cadastro Topográfico da Rede: somente Porto Alegre;
- Alagamentos Pontuais por Deficiência de Rede: todos os municípios

- Inundações Ribeirinhas de Áreas Urbanizadas: exceto Glorinha;
- Inundações Ribeirinhas de Áreas Agrícola: exceto Canoas, Cachoeirinha e Porto Alegre;
- Plano Diretor de Drenagem: somente Porto Alegre;
- Plano Municipal de Saneamento: todos os municípios;
- Sistema de proteção contra cheias: Porto Alegre, Canoas e Cachoeirinha;
- Sistema autônomo de geração de energia para as casas de bombas dos SPCC.

Salienta-se que para os municípios de Canoas, Porto Alegre, Cachoeirinha, Viamão e Santo Antônio da Patrulha, as considerações apresentadas referem-se apenas às regiões que drenam suas águas superficiais para a bacia do Rio Gravataí.

Quadro 31 - Considerações dos sistemas de drenagem dos municípios da Bacia

MUNICÍPIO	CADASTRO TOPOGRÁFICO DA REDE	ALAGAMENTOS PONTUAIS POR DEFICIÊNCIA DE REDE	INUNDAÇÕES RIBEIRINHAS DE ÁREAS URBANIZADAS	INUNDAÇÕES RIBEIRINHAS DE ÁREAS AGRÍCOLA	PLANO DIRETOR DE DRENAGEM	PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA CHEIAS	SISTEMA AUTÔNOMO DE GERAÇÃO DE ENERGIA
Alvorada	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não
Cachoeirinha	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não
Canoas	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não
Glorinha	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não
Gravataí	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não
Porto Alegre	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não
Santo Antônio da Patrulha	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não
Viamão	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

4.4 Sistema de Proteção Contra Cheias – SPCC

Os municípios de Canoas, Cachoeirinha, Porto Alegre e Alvorada possuem áreas densamente urbanizadas, e localizadas sobre zonas de inundação natural do Rio Gravataí, conforme já referido anteriormente.

Estas regiões densamente ocupadas, parte são controladas pelos Sistemas de Proteção Contra Cheias – SPCC, cujo projeto foi elaborado pelo extinto DNOS – Departamento Nacional de Obras de Saneamento no final da década de 1960. (Ver Figura 104)

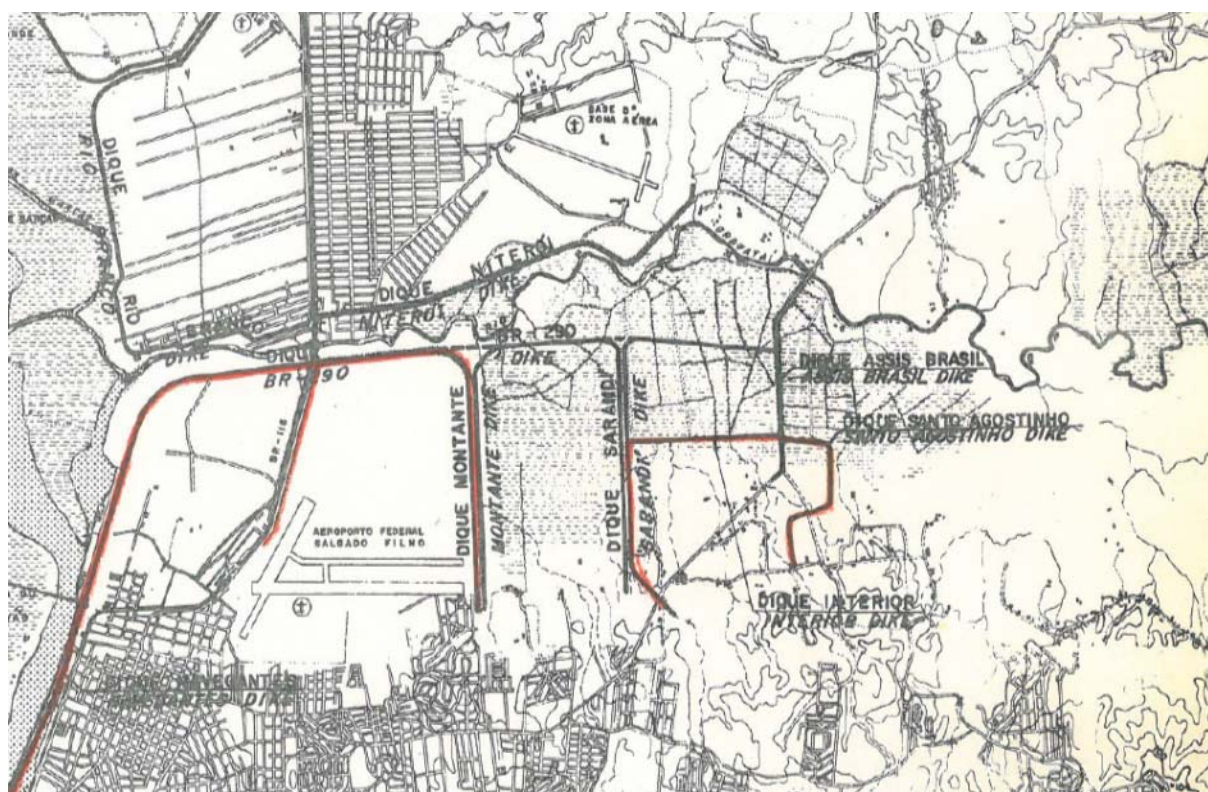


Figura 104 - Vista Geral da concepção do SPCC no trecho de jusante do Rio Gravataí
Fonte: DNOS/1968

Os SPCC são compostos de diques em aterro compactado que protegem a elevação do Rio Gravataí quando em épocas de cheias.

Estas áreas localizadas em nas várzeas, estão dotadas de sistemas de canais internos, responsáveis pela coleta das águas de escoamento superficial e condução até às Casas de Bombas, que através de robustos sistemas de conjunto moto-bomba, fazem a retirada dos volumes precipitados para fora da área protegida.

Caso ocorra precipitação em época em que o curso d'água tenha seu nível abaixo da cota da área protegida, o escoamento se dá por gravidade, através de válvulas tipo flap, localizadas junto às Casas de Bombas.

4.4.1 Sistema de Proteção de Cachoeirinha

Cachoeirinha possui uma área protegida, com sistema parcialmente implantado, conforme PMSB (Figura 105).

Destaca-se a importância em se tratando da segurança operacional destes SPCC's, haja vista a impossibilidade de ocorrência de colapso, seja por falha de equipamento, ou mesmo por falta de fornecimento de energia elétrica.

Este tipo de estrutura exige continuidade nos investimentos e obras, haja vista necessidade de que o conjunto formado pelos canais internos, rede coletora, casa de bombas e comportas possam funcionar quando necessário.

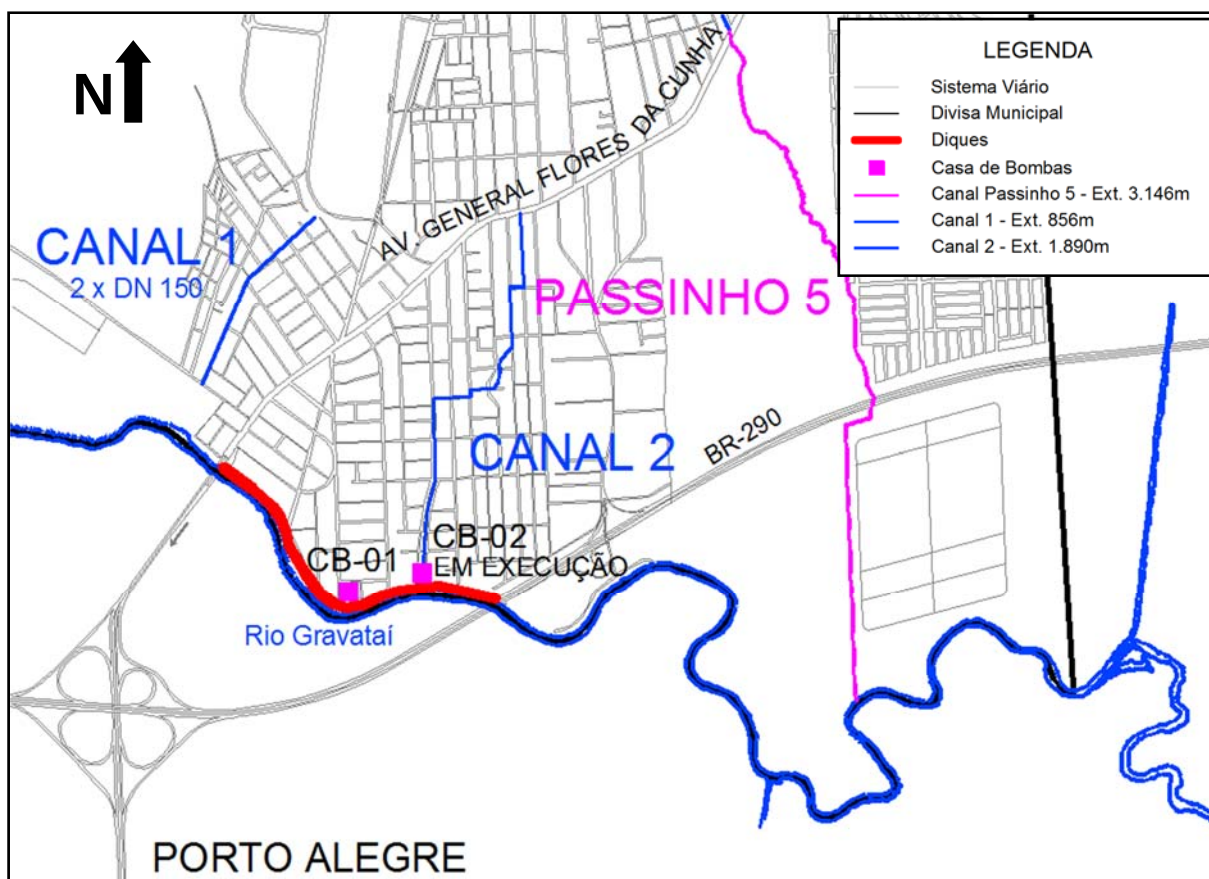


Figura 105 - SPCC de Cachoeirinha
(Fonte PMSB/2014)

4.4.2 Sistema de Proteção de Canoas

Em Canoas tem-se o Pôlder Niterói e o Pôlder Rio Branco na área que drena as águas superficiais para o Rio Gravataí.

O Pôlder Niterói é constituído de dique com cota de coroamento variando entre 5,50 m e 6,10 m, cuja finalidade é de proteger o Bairro Niterói contra as inundações do sistema Guaíba / Jacuí e do Rio Gravataí. O início do Pôlder se dá no aterro da BR-116, junto das ruas Marquês de Barbacena e Gravataí, estendendo-se até o município de Cachoeirinha.

O dique é composto pela vala interna do Pôlder onde as redes de micro e macrodrenagem deságuam as contribuições pluviais oriundas dos Bairros Nossa Senhora das Graças e Bairro Niterói, conduzindo estas contribuições para as casas de bombas CB1 e CB2.

A área da bacia do Pôlder Niterói, calculada no PLAMSAB/2013, é de 1.524 ha. As casas de bombas CB1 e CB2 operam com sistema de comportas flap, para descarga das águas por gravidade, quando o nível do Rio Gravataí esteja baixo.

A casa de bombas CB1 tem capacidade de bombeamento equivalente a 10 m³/s, obtida através de quatro grupos de eixo vertical, com capacidade máxima igual a Q=2,50 m³/s para cada grupo motor bomba.

A casa de bombas CB02 tem capacidade de bombeamento equivalente a 2,5 m³/s cada = 7,5 m³/s através de 3 conjuntos de grupos de motor bomba.

O sistema de comando para o acionamento elétrico dos motores é automatizado e apresenta boas condições de funcionamento. As casas de bombas CB1 e CB2 não estão dotadas de grupo gerador, o que torna estas casas de bombas vulneráveis nos eventos chuvosos, caso ocorra interrupção do fornecimento de energia elétrica.

Este sistema apresentou problemas com o sistema de bombeamento em 2015, gerando inundação de boa parte do bairro Niterói.

O Pôlder Rio Branco é constituído do dique com cota de coroamento variando entre 4,50 m e 6,60 m, cuja finalidade é proteger os Bairros Rio Branco e Fátima contra as inundações do Rio Gravataí e do Delta do Jacuí. O início do Pôlder se dá no aterro da BR-116, lado oposto ao início do Pôlder Niterói, estendendo-se até a o 5º COMAR e contornando a Av. Guilherme Schell.

A casa de bombas CB3 tem capacidade de bombeamento equivalente a 7,50 m³/s, obtida através de três bombas de eixo vertical, com capacidade máxima de bombeamento igual a Q=2,50 m³/s, cada bomba.

Na Figura 106, contém os quatro Sistemas de Proteção Contra as Cheias - SPCC, cujas inundações são provocadas pela elevação periódica dos Rios dos Sinos, Jacuí e Gravataí, a

Destes SPCC, os Pôlders Niterói e Rio Branco coletam e bombeiam água para a bacia do Rio Gravataí, além da bacia do Arroio Brigadeira que faz divisa com Cachoeirinha, que escoar suas águas superficiais por gravidade.

Abaixo um resumo das casas de bombas - CB existentes nos polders que drenam as águas superficiais para a bacia do Rio Gravataí, têm as seguintes capacidades instaladas:

- CB-01 - Polder Niterói: 4 conjuntos de 2,5 m³/s cada= 10 m³/s;
- CB-02 - Polder Niterói: 3 conjuntos de 2,5 m³/s cada= 7,5 m³/s;
- CB-03 - Polder Rio Branco: 3 conjuntos de 2,5 m³/s cada= 7,5 m³/s;
- CB-04 - Polder Rio Branco: 4 conjuntos de 2,5 m³/s cada= 12,5 m³/s;

As demais casas de bombas CB-05, CB-06 e CB-07 não drenam as águas para o Rio Gravataí.

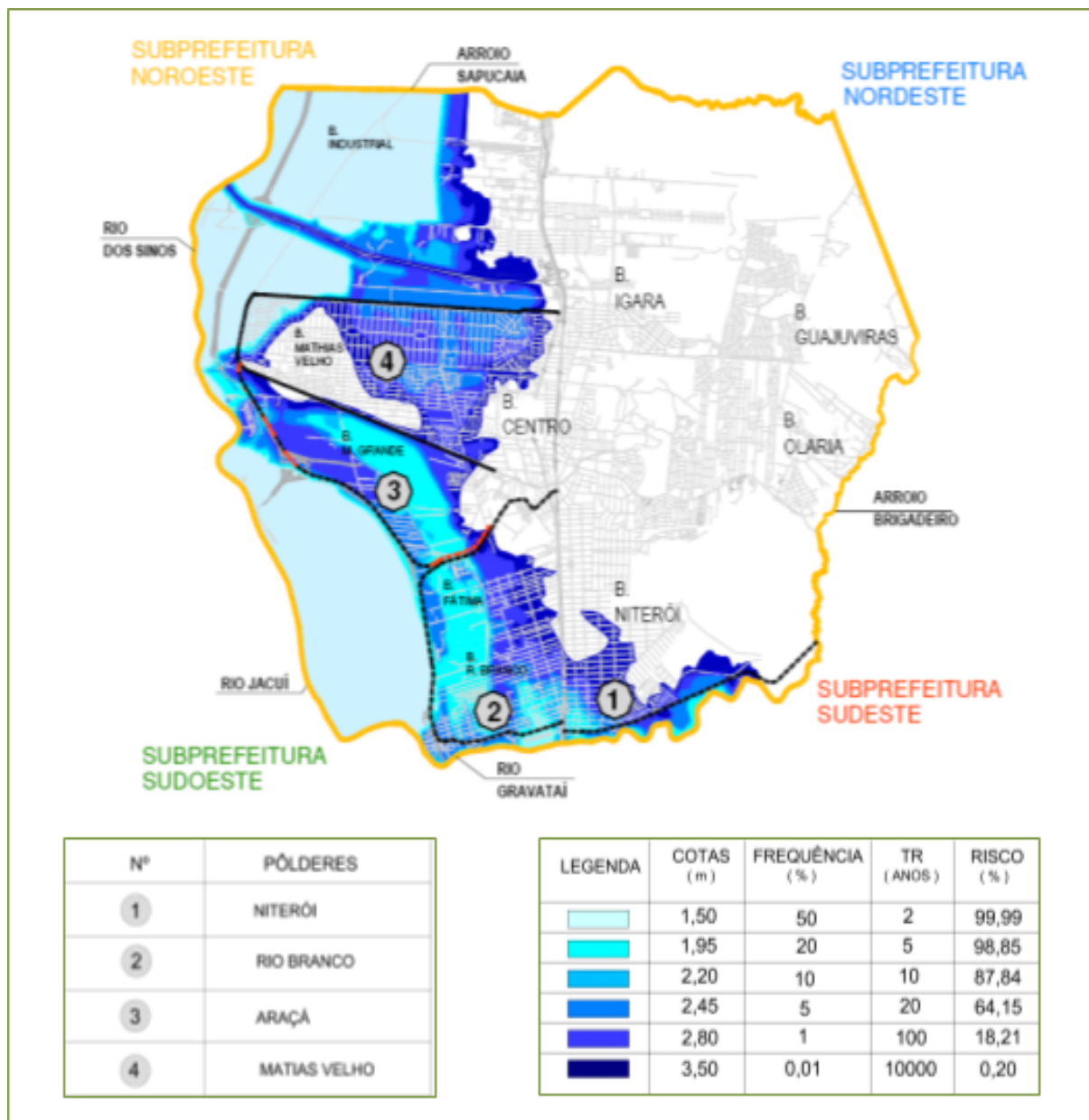


Figura 106 - Sistemas de proteção contra cheias de Canoas
(Fonte: Transcrito PLAMSAB-PMC/2013)

A Figura 107 apresenta o sistema de macrodrenagem de Canoas, com ênfase ao SPCC e os Polders Niterói, Rio Branco e Matias Velho.

Em azul escuro estão identificados os trechos da macrodrenagem já canalizados, enquanto em azul claro os trechos sem revestimento.

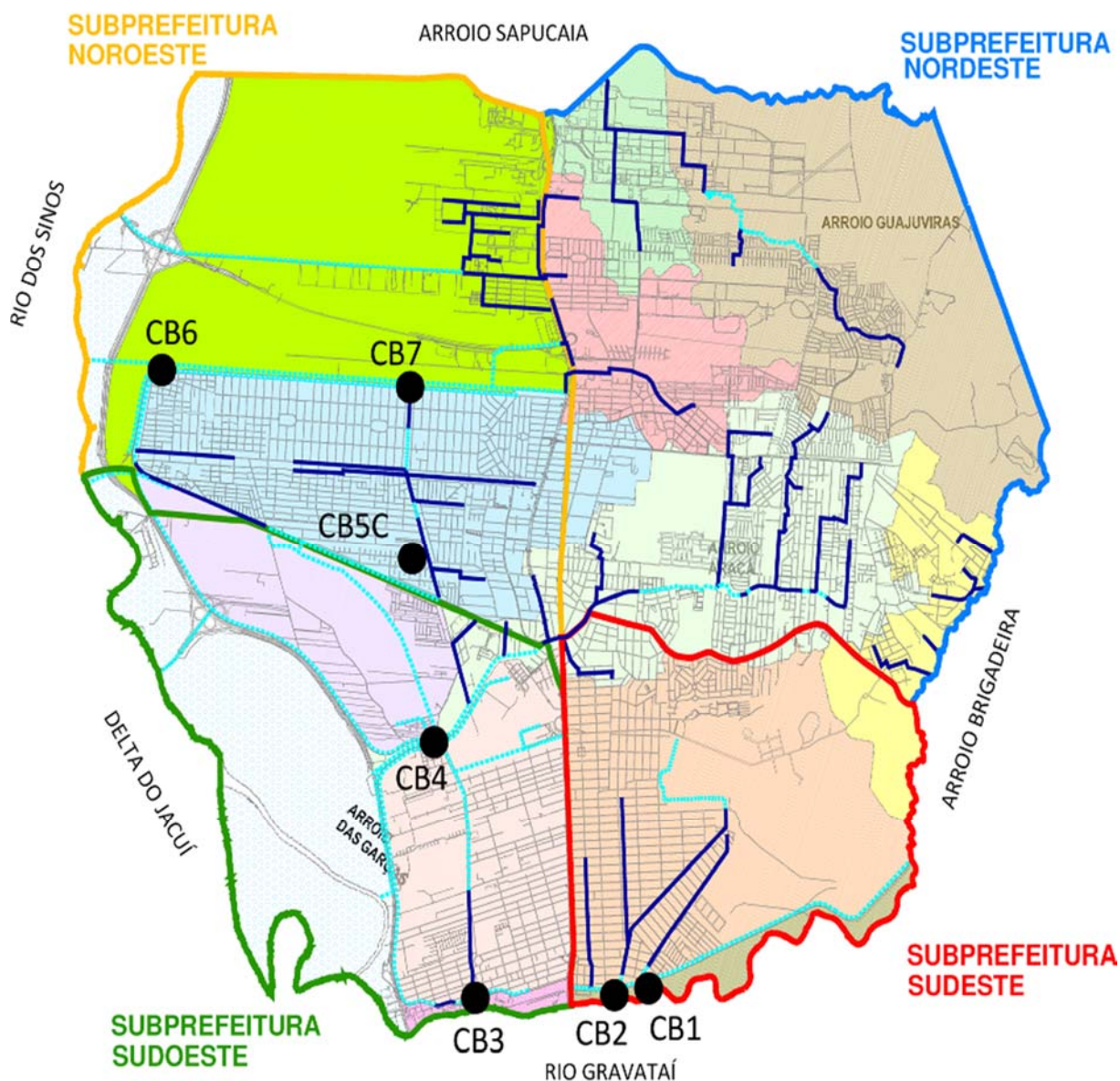


Figura 107 - Polders Niterói, Rio Branco e Matias Velho e suas Casas de Bombas
Fonte: PLAMSAB/2013

4.4.3 Sistema de Proteção de Porto Alegre

Em Porto Alegre o SPCC na área de interesse do presente estudo possui os componentes relacionados a seguir.

- Diques internos:
 - ✓ Santo Agostinho / Assis Brasil: Acompanha a Vila Santo Agostinho até a Assis Brasil, daí seguindo esta Avenida (sem casas de bombas);
 - ✓ Sarandi: Acompanha o Arroio Passo das Pedras e possui as CB's 9 e 10;
 - ✓ Montante: Acompanha o Arroio da Areia e possui a CB Sílvio Brum (incompleto).

- Diques Externos:
 - ✓ Auto-Estrada (freeway): Constituído pela pista da autoestrada, desde sua confluência com a Assis Brasil até a Ponte do Guaíba. Há 4 ligações: Arroio Passo das Pedras, da Areia, CB 6 e CB 5.
- Casa de bombas:
 - ✓ BR 116 (embaixo do viaduto da Free-way): Bairro Anchieta, incluindo o Aeroporto;
 - ✓ BR 101 (próximo à Av. Assis Brasil, junto ao Dique Sarandi): Várzea do Sarandi;
 - ✓ Margem direita do Arroio Sarandi (junto ao dique): Vila Nova Brasília, Vila Elizabeth e Vila União.
 - ✓ Eng. Sílvio Brum Av. Sertório, 3424 esquinas Av. Rio São Gonçalo Santa Maria Goretti e Vila Sesi.

São considerações relevantes para esses sistemas:

- Importância operacional das áreas onde estão implantados os sistemas de proteção contra cheias, que exige permanente atenção e serviços de manutenção;
- Necessidade de que o conjunto formado pelos canais internos coletores, a casa de bombas e comportas possa funcionar quando necessário, ou seja, com programa de manutenção preventiva;
- Carência de sistemas de geração de energia autônomos, como geradores, que em caso de colapso de energia, simultâneo à ocorrência de precipitações intensas, pode gerar riscos elevados em termos de segurança das referidas áreas.

A Figura 108, produzida a partir de dados do PMS-Cachoeirinha, PLAMSAB-Canoas e do DEP-Porto Alegre, apresenta os diques que caracterizam o SPCC dos municípios de Canoas, Porto Alegre e Cachoeirinha, onde observa-se um significativo trecho protegido às margens do Rio Gravataí.

Podemos observar também o SPCC na Figura 94, antes já apresentada.

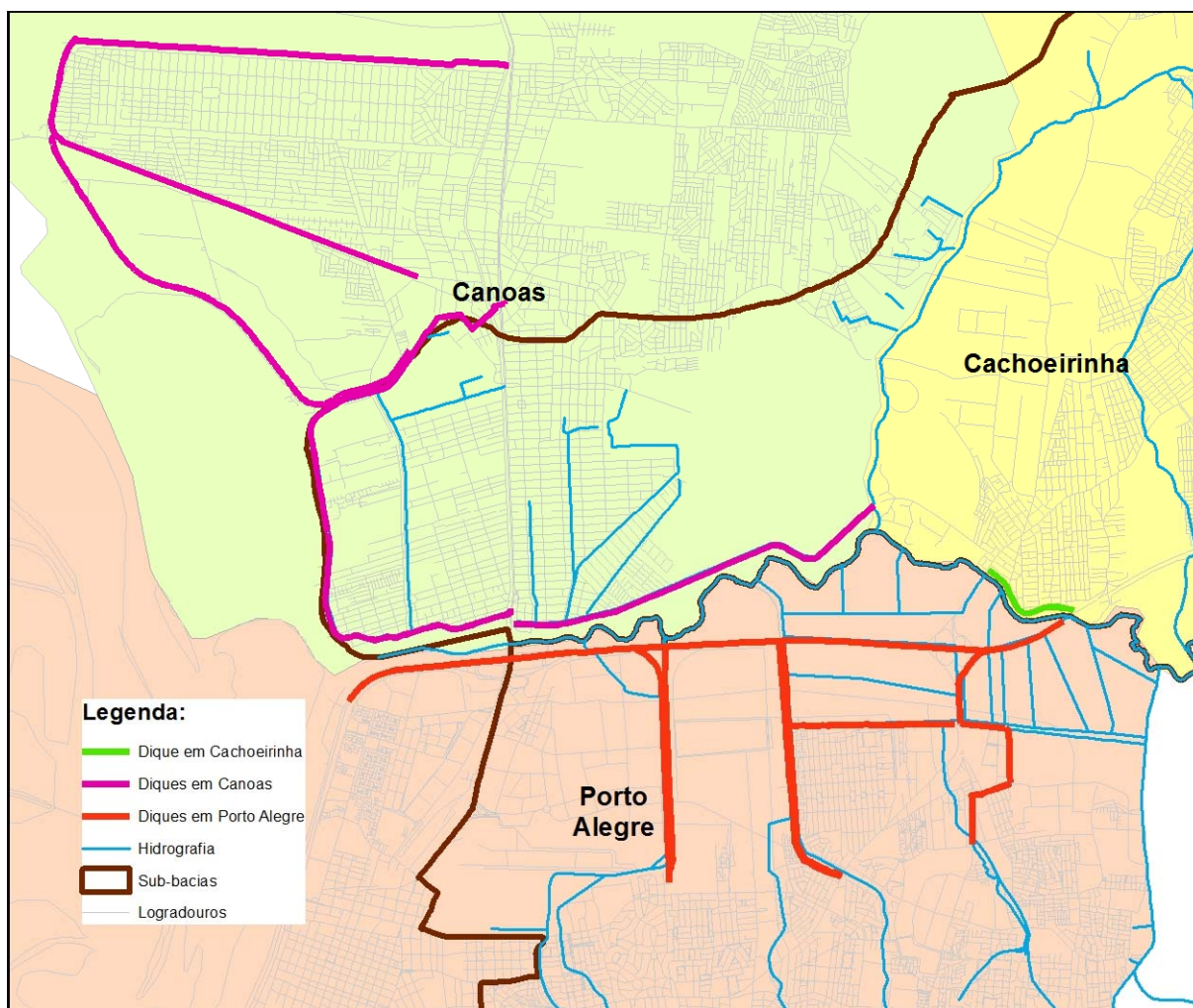


Figura 108 - Diques de Porto Alegre, Canoas e Cachoeirinha e Alvorada
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

4.4.4 Sistema de Proteção de Gravataí

O município de Gravataí não tem SPCC.

4.4.5 Sistema de Proteção de Alvorada

O município de Alvorada não tem SPCC. Ressalta-se que o mesmo está desenvolvendo projetos para o SPCC junto ao órgão da Metroplan.

4.4.6 Considerações quanto aos Sistemas de Drenagem Existentes

Salienta-se que os sistemas de drenagem, dos municípios da RMPA como um todo, carecem de um cadastro topográfico detalhado e diagnóstico das estruturas existentes. Como exemplo pode ser citado o sistema de drenagem de Porto Alegre, que passou por um recente cadastro topográfico completo, com implementação de um SIG, que subsidiou a elaboração do Plano Diretores de Drenagem das 23 bacias municipais.

Em 2013 houve rompimento parcial do dique do Arroio Feijó que causou alagamento de cerca de 700 residências, o que evidencia a necessidade de realização de um levantamento quanto às patologias estruturais dos dispositivos que compõem o sistema de drenagem, seja de micro, macrodrenagem e SPCC.

A prestação de serviços de drenagem urbana está a cargo das Prefeituras Municipais, que de maneira geral não possuem um departamento específico para gestão do manejo das águas pluviais.

O Quadro 32 apresenta a situação institucional da gestão das águas pluviais nos municípios em análise, evidenciando que apenas Porto Alegre e Canoas possuem um departamento específico dedicado a drenagem urbana, Departamento de Esgotos Pluviais – DEP.

Quadro 32 - Situação institucional da gestão das águas pluviais

SECRETARIAS MUNICIPAIS	ALVORADA	CACHOEIRINHA	CANOAS	GLORINHA	GRAVATAÍ	PORTO ALEGRE	SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA	VIAMÃO
Tema: Obras, Infraestrutura, Segurança								
Infraestrutura		X						
Obras			X					
Obras e Serviços Públicos								
Obras e Viação	X					X		X
Obras Públicas					X			
Obras, Trânsito e Segurança							X	
Obras, Viação e Serviços Públicos				X				

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Como pode ser observado no quadro acima, a drenagem urbana não é realizada pelas mesmas secretarias em todos os municípios. Ou seja, não há padronização das divisões pela bacia, embora todas as secretarias citadas acima apresentem atuações similares.

A precipitação é drenada pelas calhas do sistema viário e deste para a microdrenagem (sarjetas, bocas de lobo e tubulações), que descarregam as águas coletadas na rede de macrodrenagem e cursos d'água de maior porte.

Em alguns casos a ocupação urbana ocorreu em áreas ribeirinhas, sujeitas às inundações e estão protegidas por SPCC, que operam através de canais internos, casas de bombas com comportas e diques de proteção.

Estas estruturas exigem controle e gestão eficazes seja no âmbito do planejamento, na prestação de serviços propriamente dita, na operação e manutenção, bem como na regulação dos serviços.

Os principais instrumentos de planejamento da prestação de serviços de manejo das águas pluviais existentes são os PMSB's, que estão concluídos para todos os municípios contemplados na área de abrangência do presente estudo, conforme pode ser observado pelo Quadro 33.

Esse quadro demonstra que apenas Porto Alegre está elaborando o seu PMSB nos quesitos drenagem urbana e resíduos sólidos, embora saiba-se que todas as bacias hidrográficas que compõem o município já tenham seus planos diretores de drenagem concluídos, incluindo o cadastro topográfico das redes de micro e macrodrenagem.

Quadro 33 - Estágio de atualização dos PMSB dos municípios localizados na Bacia

MUNICÍPIOS	CONTRATANTE	OBSERVAÇÕES
ALVORADA	PM de Alvorada	Concluído em Out/2013
CANOAS	PM de Canoas	Concluído em Dez/2013
CACHOEIRINHA	Consórcio Prósinos	Concluído em Out/2014
GRAVATAÍ	PM de Gravataí	Concluído em Dez/2014
VIAMÃO	PM de Viamão	Concluído em Jul/2014
PORTO ALEGRE	PM de Porto Alegre	SAA e SES Concluído em Out/2013, Drenagem e RSU em elaboração
GLORINHA	Consórcio Prósinos	Concluído em Out/2014
SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA	Consórcio Prósinos	Concluído em Out/2014

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

As observações apontadas pelos planos de Saneamento de Canoas, Alvorada, Viamão e Porto Alegre, relacionadas ao planejamento das águas pluviais são:

- Com exceção de Porto Alegre, em termos de planejamento os municípios carecem de instrumentos institucionais, legais, técnicos e administrativos que viabilizem a plena gestão da prestação de serviços de coleta e manejo das águas urbanas;
- Canoas e Porto Alegre, possuem um departamento específico de drenagem urbana, encarregado de centralizar as ações de planejamento e gestão do sistema, os demais municípios não;
- Na sua totalidade os municípios carecem de instrumentos normativos de padronização dos serviços de planejamento, elaboração de projetos, fiscalização, operação e manutenção dos sistemas de forma integrada com o planejamento urbano, que normalmente utilizam o Caderno de Encargos do Departamento de Esgotos Pluviais de Porto Alegre;

- Em todos os casos foram identificadas interfaces significativas com outras secretarias e órgão municipais, a saber: Secretaria de Planejamento, Desenvolvimento Urbano, Obras, Educação, Saúde, Fazenda, Habitação, Meio Ambiente, entre outros.

O mesmo critério é adotado para a fiscalização:

- As ações de fiscalização restringem-se à aprovação de projetos, até obtenção dos alvarás e “habite-se”;
- Inexistência de ações de acompanhamentos em relação à manutenção das taxas de ocupação previstas pelo plano urbanístico, cuja variável serve de parâmetro para dimensionamento das obras hidráulicas;
- Para fins de normatização foi identificado apenas o Caderno de Encargos do Departamento de Esgotos Pluviais de Porto Alegre, em sua versão de 2005. Trata-se de um instrumento importante, que norteia a execução de projetos e obras no âmbito da drenagem pluvial.

Idem para a operação do sistema de drenagem:

- A maioria dos sistemas de drenagem dos municípios que compõem a área de abrangência do presente estudo operam por gravidade não exigindo procedimentos operacionais complexos;
- A manutenção preventiva, em termos de limpeza e desobstrução das estruturas do sistema de drenagem, torna-se condição relevante para a eficácia operacional;
- Necessidade da centralização do planejamento de ações prioritárias em função da criticidade e eventuais riscos à população, visando facilitar a gestão dos serviços, através da criação de um departamento ou diretoria de drenagem;
- Para os municípios de Canoas, Porto Alegre, Alvorada e Cachoeirinha destaca-se a importância operacional das áreas onde estão implantados os SPCC, os quais exigem continuada atenção e a necessidade de que o conjunto formado pelos canais internos coletores, reservatórios de amortecimento, casa de bombas e comportas possam funcionar quando necessário;
- Ressalta-se ainda que um colapso estrutural no sistema de diques de proteção, ou a falta de energia para alimentação do sistema de bombeamento, pode acarretar sérios riscos de danos a bens e pessoas, que habitam as áreas protegidas, em cotas mais baixas.

Com relação à regulação, observa-se que nenhum dos municípios que compõem a abrangência do presente estudo apresenta solução para a regulação da prestação de serviços de manejo das águas pluviais, conforme exigido pela Lei 11.445/07 (Diretrizes do Plano Nacional de Saneamento Básico).

Este é um quadro comum a quase totalidade dos municípios brasileiros, que ainda se adaptam ao novo paradigma da gestão do saneamento ambiental, e a drenagem e manejo das águas pluviais tem sido o maior desafio da regulação, para atendimento do pressuposto da Política Nacional de Saneamento.

O Quadro 34 apresenta resumidamente algumas constatações quanto às necessidades de planejamento, operação, fiscalização e regulação dos serviços de drenagem nos municípios em estudo.

Quadro 34 - Identificação das necessidades de cada município

Objetivos	Planejar de Maneira Integrada as Ações em Recursos Hídricos, otimizando investimentos	Implantar o sistema de esgotamento tipo "Separador Absoluto"	Aquisição de equipamento e treinamento de pessoal	Incrementar Plano de Educação Ambiental	Elaborar Plano de Manejo das APPs e áreas verdes	Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento em apoio a Fiscalização	Legislação municipal visando implantação de medidas de controle na fonte e redução de IPTU	Implantação do PLHIS e integração com o Plano Diretor de Drenagem	Definir a regulação dos serviços de gestão das águas pluviais	Sistema de Proteção Contra Cheias	Banco de Projetos conforme Plano de Drenagem	Cadastro estrutural das obras de arte, canais, travessias existentes e elaboração de projeto	Implantação do PLHIS e integração com medidas de controle de erosão e deslizamentos
CACHOEIRINHA	Comitê da Bacia do Rio dos Sinos e Comitê Gravataí	Ver metas CORSAN/PMC	Capacitação Tecnológica	Ênfase em Saneamento Ambiental	Reposição de Mata Nativa	Capacitação Tecnológica e aquisição de equipamentos	Construir reservatórios em lotes e medidas de infiltração	Ver Planos de Habitação e de Drenagem	Contratar Regulação	Aquisição de gerador e manutenção preventiva das comportas	Contratação de Projetos prioritários	Executar cadastro estrutural junto com geométrico	N.A.
SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA	Comitê da Bacia do Rio dos Sinos e Comitê Gravataí	Ver metas CORSAN/PMSA	Capacitação Tecnológica	Ênfase em Saneamento Ambiental	Reposição de Mata Nativa	Capacitação Tecnológica e aquisição de equipamentos	Construir reservatórios em lotes e medidas de infiltração	Ver Planos de Habitação e de Drenagem	Contratar Regulação	N.A.	Contratação de Projetos prioritários	Executar cadastro estrutural junto com geométrico	Ver Plano de Habitação e riscos de deslizamentos
GLORINHA	Comitê da Bacia do Rio dos Sinos e Comitê Gravataí	Ver metas CORSAN/PMG	Capacitação Tecnológica	Ênfase em Saneamento Ambiental	Reposição de Mata Nativa	Capacitação Tecnológica e aquisição de equipamentos	Construir reservatórios em lotes e medidas de infiltração	Ver Planos de Habitação e de Drenagem	Contratar Regulação	N.A.	Contratação de Projetos prioritários	Executar cadastro estrutural junto com geométrico	N.A.
GRAVATAÍ	Comitê da Bacia do Rio dos Sinos e Comitê Gravataí	Ver metas CORSAN/PMG	Capacitação Tecnológica	Ênfase em Saneamento Ambiental	Reposição de Mata Nativa	Capacitação Tecnológica e aquisição de equipamentos	Construir reservatórios em lotes e medidas de infiltração	Ver Planos de Habitação e de Drenagem	Contratar Regulação	N.A.	Contratação de Projetos prioritários	Executar cadastro estrutural junto com geométrico	N.A.

Objetivos	Planejar de Maneira Integrada as Ações em Recursos Hídricos, otimizando investimentos	Implantar o sistema de esgotamento tipo "Separador Absoluto"	Aquisição de equipamento e treinamento de pessoal	Incrementar Plano de Educação Ambiental	Elaborar Plano de Manejo das APPs e áreas verdes	Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento em apoio a Fiscalização	Legislação municipal visando implantação de medidas de controle na fonte e redução de IPTU	Implantação do PLHIS e integração com o Plano Diretor de Drenagem	Definir a regulação dos serviços de gestão das águas pluviais	Sistema de Proteção Contra Cheias	Banco de Projetos conforme Plano de Drenagem	Cadastro estrutural das obras de arte, canais, travessias existentes e elaboração de projeto	Implantação do PLHIS e integração com medidas de controle de erosão e deslizamentos
CANOAS	Comitê da Bacia do Rio dos Sinos e Comitê Gravataí	Ver metas CORSAN/PMC	Capacitação Tecnológica	Ênfase em Saneamento Ambiental	Reposição de Mata Nativa	Capacitação Tecnológica e aquisição de equipamentos	Construir reservatórios em lotes e medidas de infiltração	Ver Planos de Habitação e de Drenagem	Contratar Regulação	Aquisição de gerador, manutenção preventiva das comportas	Contratação de Projetos prioritários	Executar cadastro estrutural junto com geométrico	N.A.
VIAMÃO	Comitê da Bacia do Rio Gravataí, Lago Guaíba e Litoral Médio	Ver metas CORSAN/PMV	Capacitação Tecnológica	Ênfase em Saneamento Ambiental	Reposição de Mata Nativa	Capacitação Tecnológica e aquisição de equipamentos	Construir reservatórios em lotes e medidas de infiltração	Ver Planos de Habitação e de Drenagem	Contratar Regulação	N.A.	Contratação de Projetos prioritários	Executar cadastro estrutural junto com geométrico	N.A.
ALVORADA	Comitê da Bacia do Rio Gravataí	Ver metas CORSAN/PMA	Capacitação Tecnológica	Ênfase em Saneamento Ambiental	Reposição de Mata Nativa	Capacitação Tecnológica e aquisição de equipamentos	Construir reservatórios em lotes e medidas de infiltração	Ver Planos de Habitação e de Drenagem	Contratar Regulação	N.A.	Contratação de Projetos prioritários	Executar cadastro estrutural junto com geométrico	N.A.
PORTO ALEGRE	Comitê da Bacia do Rio Gravataí, Lago Guaíba	Ver metas DMAE/PMPOA	Capacitação Tecnológica	Ênfase em Saneamento Ambiental	Reposição de Mata Nativa	Capacitação Tecnológica e aquisição de equipamentos	Existente	Ver Planos de Habitação e de Drenagem	Contratar Regulação	Aquisição de gerador e manutenção preventiva das comportas	Contratação de Projetos prioritários	Executar cadastro estrutural	Ver Plano de Habitação e riscos de deslizamentos
Adaptado dos PMSB's													

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Nos municípios em questão os serviços de abastecimento de água e de coleta e tratamento de esgoto estão a cargo da CORSAN, com exceção de Porto Alegre que está com o DMAE, que cobram as tarifas pertinentes e administram os sistemas.

A prestação de serviços de coleta e destinação final de resíduos sólidos conta com uma taxa cobrada em sua maioria junto com o IPTU.

Já a prestação de serviços de manejo das águas pluviais não cobra taxas nem tarifas e depende de recursos próprios do município, ou de obtenção de recursos externos para fins de implementação das ações estruturais e não estruturais necessárias para o pleno funcionamento do sistema.

Novamente, exceção se dá em Porto Alegre que inseriu dispositivo legal para cobrança de uso da rede de drenagem pela condução do esgoto cloacal, nas bacias onde o separador absoluto ainda não esteja implantado.

A Lei Complementar 206/89, de 28/12/1989 possibilitou a cobrança da “tarifa de esgoto misto” e alterou as Leis complementares de nºs 170 e 180, definidoras do funcionamento do DMAE:

“Art. 1º - O artigo 34 da Lei Complementar nº 170, de 31 de dezembro de 1987, alterada pela Lei Complementar nº 180, de 18 de agosto de 1988, passa a vigorar com a seguinte redação:

Art. 34 - A prestação dos serviços de distribuição de água e captação de esgotos sanitários serão remunerados sob a forma de tarifa, de modo que atenda aos custos da operação, manutenção e expansão do sistema de abastecimento de água e remoção de esgotos de Porto Alegre.

Art. 2º - O Departamento Municipal de Água e Esgotos - DMAE -, em decorrência do uso da rede pluvial, para escoamento do esgoto sanitário, cobrará a Tarifa de Esgoto.

... § 6º - Serão estabelecidas em convênio as condições de execução dos serviços e de repasse do numerário neste artigo.

Art. 3º - A tarifa de esgoto não incidirá sobre residências unifamiliares com área construída igual ou inferior a 55m³.

Art. 4º - Os recursos repassados pelo Departamento Municipal de Água e Esgotos à Administração Centralizada, nos termos do artigo anterior, serão integralmente alocados ao Departamento de Esgotos Pluviais, objetivando o implemento do programa de recuperação da rede de drenagem urbana”

A mesma PMPOA está reestudando este arranjo, com objetivo de transformar o DEP, com atual status de secretaria, em uma autarquia, haja vista que os recursos obtidos desta maneira acabam sendo conduzidos para o caixa único municipal, e sua utilização direta para a gestão das águas pluviais acaba sendo dificultada.

Outras ações em implementação pela PMPOA são: a contratação de uma agência reguladora, e também de consultoria para estudar a implantação de uma tarifa de drenagem, em função da área impermeável de cada lote, incentivo de construção de estruturas de controle na fonte, entre outros.

4.5 Cheias e Prejuízos Associados

Na sequência apresentam-se informações relevantes quanto aos estudos de cheias e as ocorrências de inundações na bacia e registros da Defesa Civil disponibilizados.

Estas informações podem subsidiar os estudos de modelagem matemática a serem elaborados na sequência, seja na calibragem do modelo (Diagnóstico) ou mesmo na proposição dos cenários alternativos.

4.5.1 Características de Precipitação

A precipitação na bacia do Gravataí, assim como em todo o estado do Rio Grande do Sul, apresenta um regime homogêneo ao longo do ano, elevando suas médias no inverno, quando os sistemas convectivos deslocam-se para o sul da região sul do Brasil, onde frequentemente registram-se eventos de ciclogênese (formação de ciclones).

Especificamente na bacia do Rio Gravataí, provavelmente pelos efeitos e orografia proporcionados pela proximidade da serra, os totais anuais de precipitação são significativamente heterogêneos ao longo da área de estudo, fator que deve ser considerado quando da elaboração dos estudos hidrológicos para geração das vazões de projeto, conforme apresentado pela Figura 109.

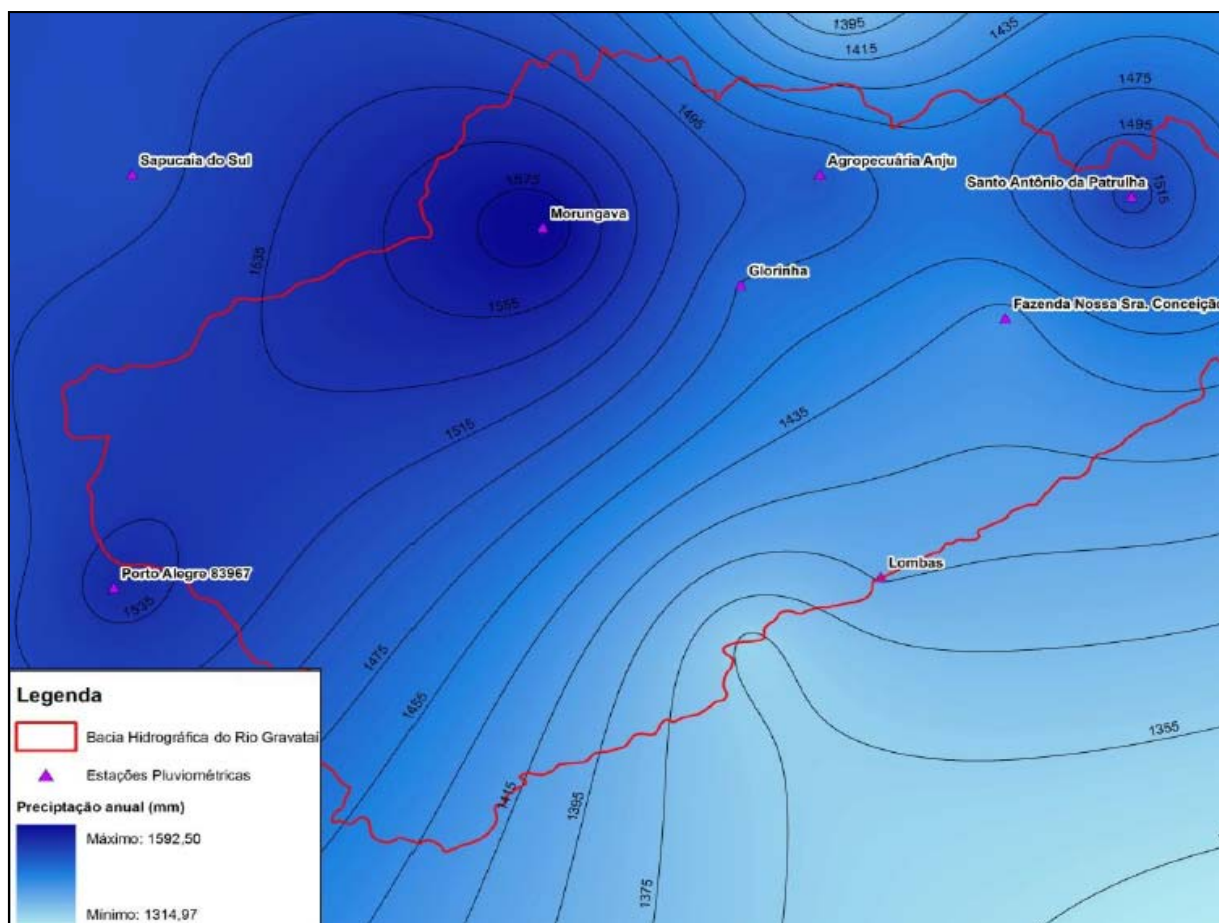


Figura 109 - Isoietas médias anuais na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí
Fonte: Transcrito do PRH-GRV

O sudeste da região sul do Brasil corresponde à área mais afetada. Como dito por Reboita (2010), a região sul mantém seus índices de precipitação mensais semelhantes ao longo do ano todo, porém no inverno há o registro de ciclogênese

A execução de estudos de cheias exige a definição das equações Intensidade-Duração-Frequência – IDF para obtenção das precipitações de projeto, e geração das vazões com diferentes tempos de retorno. A bacia do Gravataí possui seis estações meteorológicas, a saber: Morungava, Glorinha, Lombas, Agropecuária Anjo, Santo Antônio da Patrulha e Fazenda Nossa Senhora da Conceição.

De toda a área da bacia, as estações Morungava e Porto Alegre apresentam as maiores influências dentro do perímetro estudado, 21 e 22 % respectivamente e totais anuais de 1592 mm e 1545 mm, segundo o estudo realizado pelo PRH-GRV, através dos polígonos de Thiessen. As equações IDF geradas pelo PRH-GRV para as nove estações pluviométricas existentes na região próxima a bacia, são apresentadas pelo Quadro 35, e têm o formato padrão:

$$i = \frac{a \cdot Tr^b}{(t_d + c)^d}$$

Onde:

- i = intensidade de precipitação (mm/h);
- Td = tempo de duração da chuva de projeto;
- Tr = Tempo de Retorno adotado (anos);
- a, b, c, d = parâmetros ajustados para a região.

Quadro 35 - Equações IDF para as estações pluviométricas da região da Bacia

Tr (Anos)	2950016 Glorinha	2950017 Lagoa dos Barros	2950059 Agropec. Anjú	2950060 Sto.Ant. da Patrulha	2950061 Morungava	2950062 Faz. N.S. da Conceição	3050008 Lombas	2951028 Sapucaia do Sul	3051011 Porto Alegre - (83967)
5	92	100	88	94	100	117	83	98	90
10	105	117	98	104	110	136	92	111	103
20	117	133	106	113	120	154	102	123	115
25	121	138	109	117	123	160	104	127	119
50	133	154	118	126	133	177	113	139	131
100	145	170	126	136	142	194	122	151	142
1.000	184	223	154	167	174	252	151	190	182
10.000	224	275	183	198	205	309	180	229	221
Max.Obs*	125	189	94	112	116	157	109	146	139
PARÂMETROS IDF									
A	1120,06287	1228,3936	1072,6904	1134,1207	1214,2131	1438,31763	1006,77362	1195,74982	1094,85799
B	0,10794362	0,1207289	0,0901351	0,09284319	0,0890896	0,11605786	0,09582454	0,10321263	0,10908171
C	14,1590724	14,159727	14,156444	14,1397211	14,153867	14,1440298	14,1593582	14,1418578	14,1632533
D	0,77367803	0,7736785	0,7736409	0,77355995	0,7736587	0,77358123	0,77364333	0,77356315	0,77369529

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Assim estas equações podem ser utilizadas para geração das vazões de projeto através de modelos chuva deflúvio, tanto para calibração do modelo matemático hidrodinâmico (diagnóstico para diferentes TR), quanto para simulação da passagem das cheias de projeto para as diferentes alternativas estudadas para solucionar os problemas de inundação na bacia.

4.5.2 Cotas e Vazões de Projeto

A elaboração de um estudo de cheias, como o presente trabalho, tem como base as séries históricas, quanto aos níveis d'água e valores de vazão, para subsidiar as análises de diagnóstico e proposição de alternativas para controle de inundações.

A Figura 110 apresenta a localização das Estações Fluviométricas no Rio Gravataí.

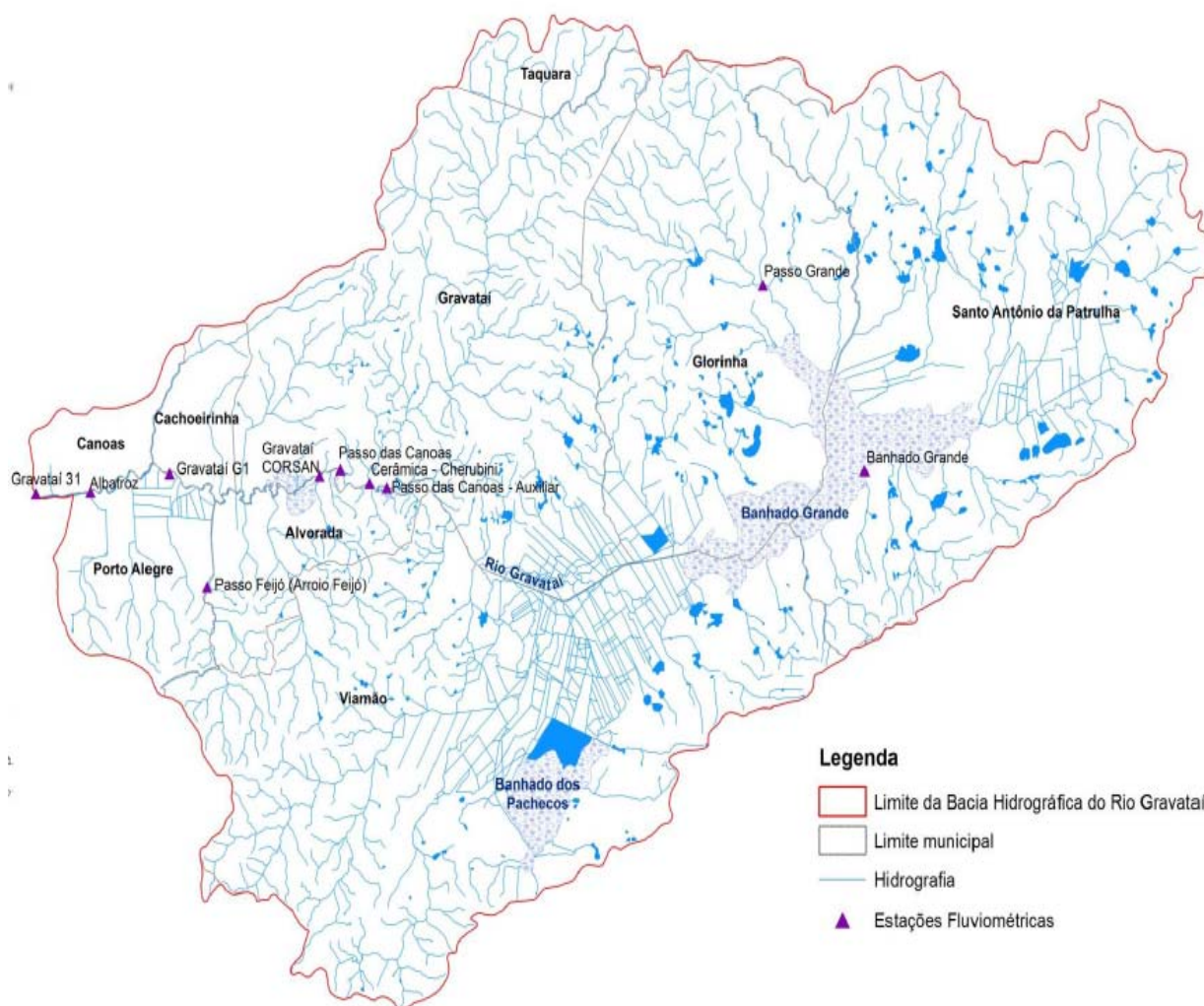


Figura 110 - Localização das Estações Fluviométricas no Rio Gravataí
(Fonte: Transcrito do PRH-GRV/2012)

O Quadro 36 apresenta a listagem das Estações Fluviométricas, conforme Agência Nacional de Águas - ANA/hidroweb.

Quadro 36 - Estações Fluviométricas no Rio Gravataí.

CÓDIGO	NOME	CURSO D'ÁGUA	MUNICÍPIO	ÁREA DE DRENAGEM (km²)	RESPONSÁVEL / OPERADORA
87398700	Banhado Grande	Banhado Grande	Santo Antônio da Patrulha	637,92	ANA/CPRM
87398800	Passo Grande	Arroio Passo Grande	Glorinha	120,16	ANA/CPRM
87399000	Passo das Canoas Auxiliar	Rio Gravataí	Gravataí	1.651,17	ANA/CPRM
87400000	Passo das Canoas	Rio Gravataí	Gravataí	1.656,74	ANA/CPRM
87401600	Cerâmica Cherubini	Arroio Demétrio	Gravataí	198,83	ANA/CPRM
87401700	Gravataí - CORSAN	Rio Gravataí	Gravataí	1.661,54	ANA/Desativada
87401800	Passo Feijó	Arroio Feijó	Porto Alegre	44,49	ANA/Desativada
87406000	Albatroz	Rio Gravataí	Canoas	1.975,43	ANA/CPRM
87410200	Gravataí 31	Rio Gravataí	Porto Alegre	2.018,06	DMAE/DMAE
87403000	Gravataí GI	Rio Gravataí	Alvorada	1.896,73	DMAE/DMAE

(Fonte: PRH-GRV/2012)

O PRH-GRV apresenta o resultado dos cálculos realizados para diferentes TR para os níveis d'água na Estação Albatroz, conforme Quadro 37.

Quadro 37 - Níveis d'água calculados para diferentes TR para a Estação Albatroz

TR (Anos)	N.A. (m) WGS 84
1,1	5,50
2	5,74
5	5,96
10	6,11
20	6,25
25	6,29
50	6,43
100	6,57
Máximo Registrado:	6,20

(Fonte: PRH-GRV/2012)

O Quadro 38 apresenta as vazões médias diárias máximas para os pontos de controle na bacia (PRH-GRV), obtidos com base nas séries de vazões médias diárias simuladas de 1962 a 2004, ajustando uma distribuição de probabilidade do tipo Gumbel (extremos do tipo I).

Quadro 38 - Vazões médias diárias para diferentes TR para os pontos estudados no Rio Gravataí

TEMPO DE RETORNO (ANOS)	ALTO GRAVATAÍ.	MÉDIO ALTO GRAVATAÍ	MÉDIO BAIXO GRAVATAÍ	BAIXO GRAVATAÍ
5	25,64	71,64	172,42	216,44
10	28,94	81,76	195,76	245,6
20	32,1	91,46	218,15	273,57
25	33,1	94,54	225,25	282,44
50	36,19	104,03	247,13	309,77
100	39,26	113,44	268,85	336,9
1000	49,39	144,55	340,61	426,55
10000	59,5	175,61	412,24	516,03
Vazão Máxima Registrada	35,34	99,95	246,65	307,57

(Fonte: PRH-GRV/2012)

O PRH-GRV aponta que, para as vazões máximas e mínimas a estação Passo das Canoas é mais representativa para a caracterização fluviométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, conforme Quadro 39.

Quadro 39 - Vazões máximas versus tempos de retorno na estação Passo das Canoas

TEMPO DE RETORNO (anos)	VAZÃO (m³/s)
5	172,2
10	205,78
20	237,98
25	248,2
50	279,67
100	310,9
1000	414,12
10000	517,16
Vazão máxima observada	251,61

(Fonte: PRH-GRV/2012)

4.5.3 Efeito de Remanso no Rio Gravataí

O comportamento do Rio Gravataí, dependente diretamente das oscilações do nível do Lago Guaíba e o Complexo do Delta do Jacuí pode ser identificado, principalmente, nas Estações "Passo das Canoas" e "Passo das Canoas Auxiliar", provocando remanso, conforme IPH/CPRM (2002).

Assim, salienta-se que, a utilização de dados de "nível d'água" feitos na leitura da régua das estações fluviométricas deve ser feita com cautela e discernimento, considerando-se os níveis das referidas estações, desde que associados ao nível simultâneo do Lago Guaíba.

No estudo IPH/CPRM, 2002 foi realizada uma estimativa, através de modelo hidrológico, das vazões na Estação Passo das Canoas considerando a influência da variação de nível do Lago Guaíba, conforme apresentado no Quadro 40.

Quadro 40 - Estimativa das vazões na estação P. das Canoas versus nível do Lago Guaíba

		Leitura na régua da Estação Praça da Harmonia (cm)										
		-34	-4	26	56	86	116	146	176	206	236	266
Descarga em Passo das Canoas (m³/s)	0,5	-27	2	31	61	91	121	151	181	211	241	271
	1	-22	4	33	62	91	121	151	181	211	241	271
	2	-6	12	37	64	93	122	152	182	211	241	271
	3	10	23	43	68	95	124	153	182	212	242	271
	4	25	34	51	73	98	125	154	183	212	242	272
	5	38	46	59	78	102	128	156	184	213	243	272
	6	50	56	67	84	106	131	158	186	214	243	273
	8	72	76	84	97	115	137	162	189	217	245	274
	10	91	94	100	111	126	145	168	193	220	248	276
	15	131	133	136	143	153	167	185	206	230	255	282
	20	164	165	168	173	180	190	205	222	242	265	290
	30	218	219	221	224	229	235	244	256	272	289	
	40	264	265	266	268	271	276	283	291			
		Leitura na Régua da Estação Passo das Canoas (cm)										

(Fonte: IPH/CPRM, 2002)

Observa-se que a cota limite de efeito de remanso na Estação Passo das Canoas é de 300 cm. Desta forma, se a cota na estação Passo das Canoas é menor a 300 cm, a vazão é determinada interpolando-se os valores, em função das cotas observadas em Passo das Canoas e na Praça da Harmonia, concomitantemente (IPH/CPRM, 2002).

O PRH/GRV salienta que durante períodos de estiagem, com águas baixas, o efeito do remanso é significativo, por isso, a precisão e a confiabilidade na estimativa da vazão diminuem, fato este importante quando da simulação do comportamento do Rio Gravataí através da modelagem matemática, etapa futuro do presente estudo.

4.5.4 Simulação de Cheias no Rio Gravataí

A Figura 111, extraída do volume de anexos dos "Estudos Básicos e Pesquisas Especiais na Região do Rio Gravataí", elaborado no âmbito da ajuda técnica da República Federal da Alemanha em 1971, representa o leito maior do Rio Gravataí, para cheias de 5, 20 e 100 anos.

Identifica-se nesta figura as "linhas de cheias", adequadas aos traçados dos polders que compõem o SPCC no trecho de jusante, margem esquerda e direita, e ainda, considerando-se que este resultado já contempla a retificação do rio a montante da sede do município de Gravataí.

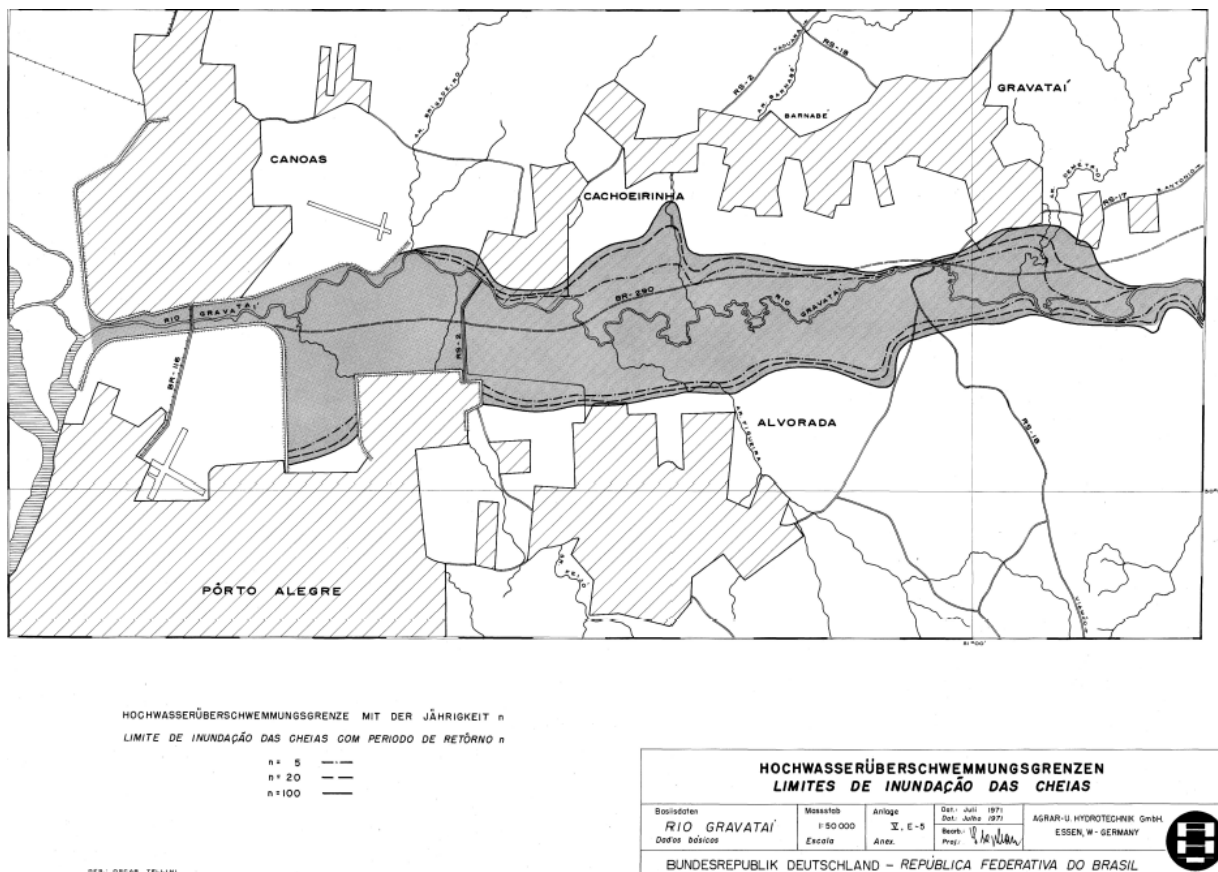


Figura 111 - Linha de inundação para diferentes TR's
Fonte: [Agrar e Hydrotechnik/1971]

Entretanto, a figura deve ser analisada à luz das previsões e referências da época, final da década de sessenta, que desconheciam algumas características atuais, que potencialmente alteraram o comportamento do rio, tais como:

- Aumento da densidade de ocupação urbana (Gravataí de 1970 a 2010 aumentou a população de 52.462 habitantes para 255.762 habitantes - Censo IBGE - incremento de cinco vezes);
- Dissociação da "cidade formal planejada", da "cidade de fato" (carência de infraestrutura e ocupação de áreas ribeirinhas);
- Ocupação da área urbana em percentuais acima daqueles previstos pelos Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano, conforme apontado pelos PMSB;
- Degradação das APPs ao longo dos cursos d'água em área urbana;
- Redução da mata ciliar em área rural;
- Redução da área do Banhado Grande em detrimento do aumento do cultivo de arroz irrigado, com redução do efeito de amortecimento e laminação das cheias;
- Assoreamento da seção de escoamento do rio, seja no trecho retificado ou nos trechos em leito natural, intensificado pelo incremento da urbanização, e potencializado pela falta de manutenção da geometria prevista, entre outros.

O estudo mais atualizado em se tratando do controle de cheias na bacia foi realizada pelo PRH-GRV, que apresenta simulação das inundações, considerando TRs de 1, 2, 5, 10, 20, 25, 50 e 100 anos. Ver perfil na Figura 112.

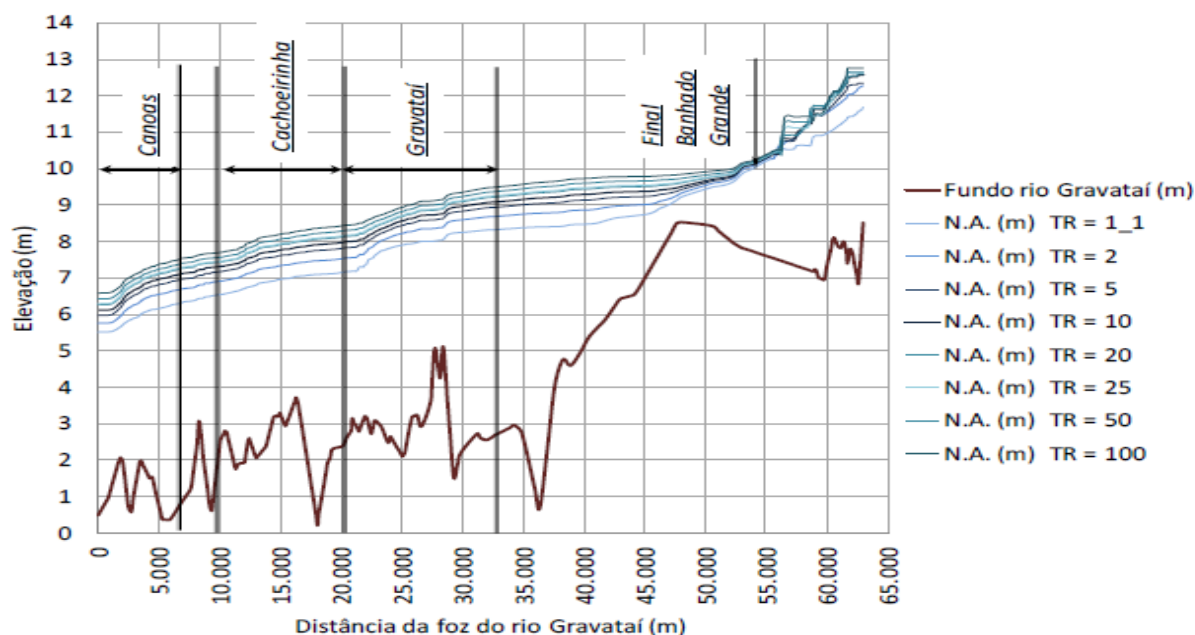


Figura 112 - Perfil de simulação de cheias na Bacia do Rio Gravataí para diferentes TR's
(Fonte: PRH-GRV, 2013)

As Figura 113 e Figura 114 apresentam as manchas de inundação para cheias com TR 2 anos e 10 anos, respectivamente.

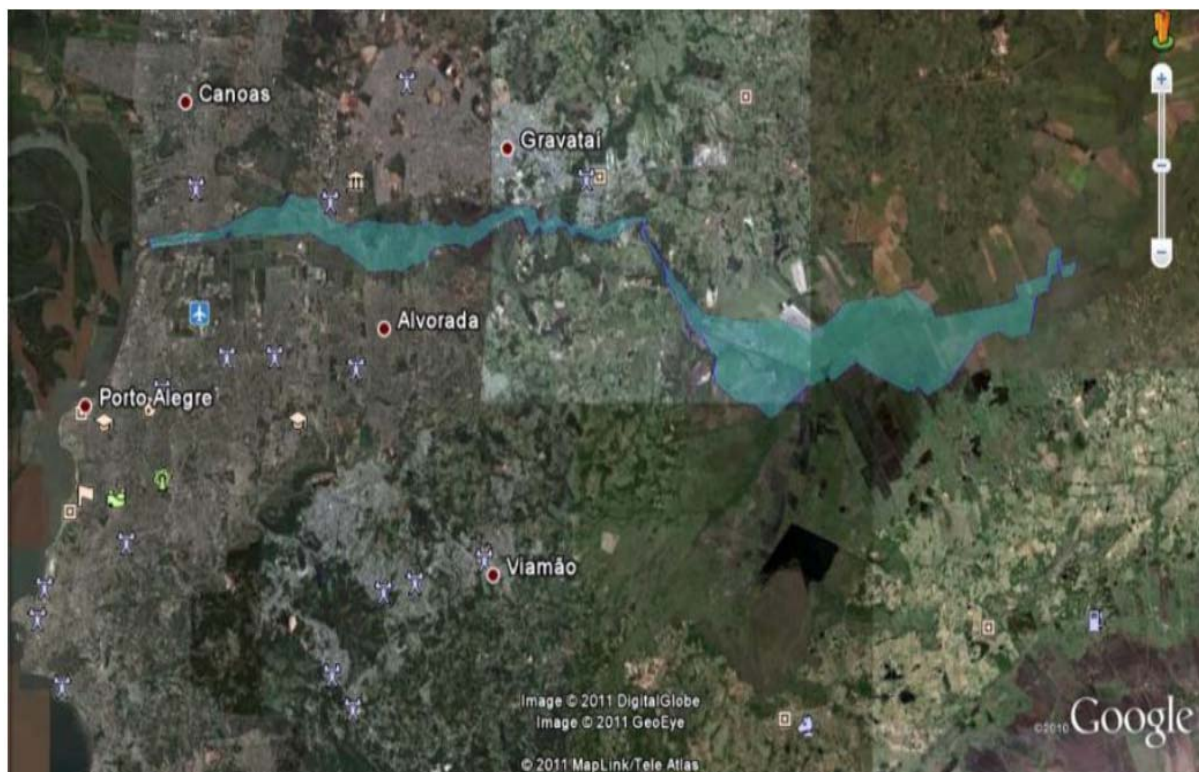


Figura 113 - Mancha de inundação para TR de 2 anos na Bacia do Rio Gravataí
(Fonte: PRH-GRV, 2013)



Figura 114 - Mancha de inundação para TR de 10 anos na Bacia do Rio Gravataí
(Fonte: PRH-GRV, 2013)

O PRH-GRV conclui em relação a simulação das cheias na bacia: (grifo nosso)

“A definição da calha menor do Rio Gravataí foi realizada para cheia com período de retorno igual a 2 anos. O elevado assoreamento da calha em alguns trechos provocou o alargamento da calha, principalmente no trecho de montante, próximo ao Banhado Grande e junto à cidade de Gravataí. A previsão de campanhas de dragagem no curso de água do Gravataí poderia minimizar o efeito de alargamento da calha.

Devido ao dique existente junto a Canoas e Porto Alegre, ambas as cidades estão protegidas da invasão das águas do Rio Gravataí. O estudo está limitado ao trecho da foz do Rio Gravataí ao Banhado Grande e as limitações do emprego da base cartográfica disponível.

Verifica-se que não há grande diferença entre as áreas ocupadas pelo Rio Gravataí encontradas no estudo aqui realizado e as três vazões ensaiadas no estudo da Agrar um Hydrotechnik (1971). Considerando a alta frequência das vazões, tempo de retorno de 5 anos, a área indicada em Agrar um Hydrotechnik (1971) pode ser considerada como o leito maior do Rio Gravataí, não devendo, portanto, segundo critérios de segurança, ser ocupada.

Todavia, devido às obras implementadas desde 1971, rodovia BR-290 que é um dique, além dos aterros e obras de drenagem pluviais executadas para Gravataí e outros municípios, se aceita a diminuição da zona afetada pelas antigas inundações catalogadas pelo Agrar um Hydrotechnik (1971) como consistentes com a realidade ali ocorrente”

Esta simulação de 2012 foi realizada tendo como base um cenário mais atualizado, do que aquela realizada em 1971, e concluiu que se aproximam as manchas de inundação para os dois estudos.

O presente estudo vai contar com um volume de informações mais significativo, seja em quantidade de seções transversais do rio, seja em levantamentos topobatimétricos, ou ainda em função da restituição aerofotogramétrica atualizada para área urbana e área do Banhado Grande, em meio digital, o que favorece a manipulação e adequação para modelagem matemática, seja da etapa "diagnóstico" ou calibração do modelo, ou mesmo da proposição de diferentes cenários futuros.

4.5.5 Inundações Recentes

O Quadro 41 apresenta uma compilação de todos os registros de desastres naturais mantidos no S2ID para os municípios da Bacia do Rio Gravataí. Os dados completos obtidos da base do S2ID (arquivos pdf) estão estruturados, conforme apresentado pelo Produto 5 para uso em banco de dados no arquivo de planilha eletrônica "BDados_MinIntegracao_proc.xlsx".

Quadro 41 - Registros de desastres naturais relacionados a estiagem e cheias na Bacia

DATA	MUNICÍPIO	TIPO DE DESASTRE
15/09/1972	Porto Alegre	Inundações
01/07/1977	Cachoeirinha	Tempestade Local/Convectiva - Granizo
22/07/1977	Porto Alegre	Inundações
15/06/1983	Cachoeirinha	Enxurradas
15/06/1983	Gravataí	Enxurradas
20/08/1985	Alvorada	Enxurradas
20/08/1985	Cachoeirinha	Enxurradas
26/09/1988	Porto Alegre	Inundações
04/09/1995	Cachoeirinha	Enxurradas
13/01/1997	Canoas	Tempestade Local/Convectiva - Granizo
09/06/1999	Viamão	Enxurradas
19/12/2000	Gravataí	Enxurradas
20/01/2001	Porto Alegre	Tempestade Local/Convectiva - Vendaval
20/05/2002	Viamão	Inundações
03/02/2005	Alvorada	Estiagem
03/02/2005	Viamão	Estiagem
04/02/2005	Gravataí	Estiagem
13/07/2007	Cachoeirinha	Enxurradas
03/05/2008	Alvorada	Tempestade Local/Convectiva - Vendaval
19/11/2009	Viamão	Tempestade Local/Convectiva - Vendaval
05/01/2010	Alvorada	Enxurradas
12/07/2010	Canoas	Tempestade Local/Convectiva - Vendaval
19/11/2010	Viamão	Tempestade Local/Convectiva - Vendaval
05/02/2011	Cachoeirinha	Enxurradas
15/09/2012	Alvorada	Inundações
21/09/2012	Viamão	Tempestade Local/Convectiva - Vendaval
22/08/2013	Gravataí	Inundações

DATA	MUNICÍPIO	TIPO DE DESASTRE
24/08/2013	Cachoeirinha	Inundações
27/08/2013	Alvorada	Inundações
29/08/2013	Canoas	Alagamentos
11/11/2013	Canoas	Alagamentos
11/11/2013	Gravataí	Inundações
15/11/2013	Canoas	Tempestade Local/Convectiva - Chuvas Intensas
15/11/2013	Gravataí	Tempestade Local/Convectiva - Vendaval
27/12/2013	Gravataí	Estiagem
01/02/2014	Alvorada	Tempestade Local/Convectiva - Granizo
01/02/2014	Cachoeirinha	Tempestade Local/Convectiva - Granizo
15/05/2014	Cachoeirinha	Tempestade Local/Convectiva - Granizo
15/05/2014	Gravataí	Tempestade Local/Convectiva - Granizo
04/07/2014	Cachoeirinha	Inundações
30/12/014	Porto Alegre	xurradas

(Fonte: S2ID)

A análise deste material identifica ausência de "Inundações" para os municípios de interesse até 2012; entretanto, houve muitas ocorrências de "Enxurradas" e "Tempestade".

Desde 2012, a informação que abastece essa base de dados nasce da Defesa Civil de cada município, através do preenchimento do documento FIDE - Formulário de Informação de Desastre.

Nesse formulário são explicitados os valores de prejuízos e discriminados o local de ocorrência do desastre.

A equipe do Consórcio teve acesso apenas aos formulários cujos eventos levaram à efetiva declaração de emergência do município e que se encontram publicados no S2ID. Apenas a partir da implantação dos FIDE é que ficou registrada na base de dados a localização precisa dos desastres.

Em paralelo, foi executado um levantamento de notícias publicadas sobre eventos de enchentes desde 2010 na Bacia do Rio Gravataí e incluiu notícias mais recentes sobre os eventos de julho de 2015, que ainda não tinham dados publicados no S2ID, conforme apresentado pelo Quadro 42.

Quadro 42 - Relação das notícias referente as enchentes

TÍTULO	DATA
Famílias começam a voltar para casa e calcular estragos em Alvorada	28/07/2015
Alvorada tenta se reerguer após enchente histórica	27/07/2015
Rio Gravataí está 3,46 metros acima do normal	27/07/2015
Atingidos pelas enchentes voltam para casa em Alvorada e Cachoeirinha	10/08/2015
Após cheia, coletas de lixo nas ilhas de Porto Alegre só se normaliza no fim de semana	29/07/2015
Enchentes devem amenizar em uma semana na região metropolitana	29/07/2015

TÍTULO	DATA
Rio Gravataí deve demorar no mínimo mais cinco dias para baixar	28/07/2015
Rio Gravataí chega a 5,55 metros e pode aumentar em Cachoeirinha	17/07/2015
Cachoeirinha é a sétima cidade no estado a decretar situação de emergência	15/07/2015
Cheias atingem Alvorada, Eldorado e Ilha dos Marinheiros	29/08/2013
Arroios transbordam e causam prejuízos na Região Metropolitana	19/09/2012
Enchente isola 300 moradores em Canoas	23/07/2011
Invasão das Águas	23/07/2011

(Fonte: Edições do Jornal Correio do Povo de Porto Alegre)

Através dos dados discriminados nos FIDE levantados sobre inundações e enxurradas, foi possível obter o detalhamento da localização das ocorrências para os municípios de Cachoeirinha, Gravataí, Alvorada e Viamão, como mostra o Quadro 43.

Quadro 43 - Localização detalhada de ocorrências de inundações e enxurradas conforme FIDE's

DATA	NOME MUNICÍPIO	LOCAL NO MUNICÍPIO
19/12/2000	Gravataí	Bairro Rosa Maria, Estrada Henrique Closs, Morada do Vale II, Bonsucesso, Vila Elisa, Santa Tecla, São Geraldo, Vera Cruz e as áreas ribeirinhas aos Arroios Barnabé e Barnabézinho
20/05/2002	Viamão	Bacia Feijó: Sub-Bacia Dornelinhos, Seminário, Minuano, Santa Cecília, Monte Alegre. Bacia Águas Belas: Sub-Bacia Rubanha (lago Tarumã). Bacia Arroio Vigário: Sub-Bacias Arroio e Estalagem.
15/09/2012	Alvorada	Várzea do Rio Gravataí, bairros: Americana, Nova Americana, União, Sumaré, Passo do Feijó, Umbu, Onze de Abril.
22/08/2013	Gravataí	Bairros Padre Reus, Jardim Do Cedro; parque Itatiaia, Jardim das Palmeiras, Mato Alto, Caça e Pesca.
24/08/2013	Cachoeirinha	Bairro Olaria, zona ribeirinha do Rio Gravataí; bairro Meu Rincão, próximo ao Arroio Sapucaia; bairro Betânia, junto a RS 118 na divisa com Esteio.
27/08/2013	Alvorada	Parte da área urbana conforme ruas: Afonso Arinos, Americana, André da Rocha, Anita Garibaldi, Rua B, Beco do Birú, Av. Beira Rio, Rua Chico Mendes, Rua Coelho Neto, Travessa Corcovado, Travessa Cruzeirinho, Rua D, Rua 19 de Dezembro, Rua 12 de Maio, Rua Estocolmo, Rua G, Rua Gaspar Martins, Av. Itararé, Rua João Pedro da Silva, Rua Manoel Dias da Silva Filho, Rua Mariz e Barros, Rua Marques do Pombal, Beco do Natal, Rua Porto Rico, Rua PP 03, Rua Princesa Isabel, Rua Salgado Filho, Rua Taimbé, Rua Vasco da Gama, Rua Wenceslau Fontoura, Rua X.
11/11/2013	Gravataí	Bairros Padre Reus, Jardim do Cedro; Parque Itatiaia, Jardim das Palmeiras, Vila Vera Cruz, Vila Elisa, Vila Branca, Bairro Jardim Florido, Bairro Bom sucesso.
04/07/2014	Cachoeirinha	Bairro Olaria, Rincão, Betânia/ RS 118

(Fonte: S2ID)

A Figura 115 mostra os focos de inundação frequente na bacia do Rio Gravataí: os bairros onde houve a ocorrência de enchente na Região Metropolitana de Porto Alegre.

A base de dados deste mapa é proveniente de reportagens do jornal Correio do Povo sobre os impactos de inundações na referida bacia (de 2010 a 2015).

Também demonstra os dados discriminados nos FIDE's levantados sobre inundações e enxurradas, conforme levantado no Produto 5 - Base de Dados.

Da mesma maneira, a figura demonstra os pontos de entrevista do trabalho de campo para o presente projeto ao longo do mês de outubro de 2015 que consistiu em identificar locais críticos de inundação junto a autoridades do município e aplicar um questionário a moradores desses locais.

A meta foi alcançar 6 moradores com pelo menos 10 anos na vizinhança em cada local. A partir destes dados, elaborou-se um mapa contendo os pontos de entrevista, onde foram adicionados os bairros das reportagens de jornal, e os bairros registrados em notícias e FIDEs.

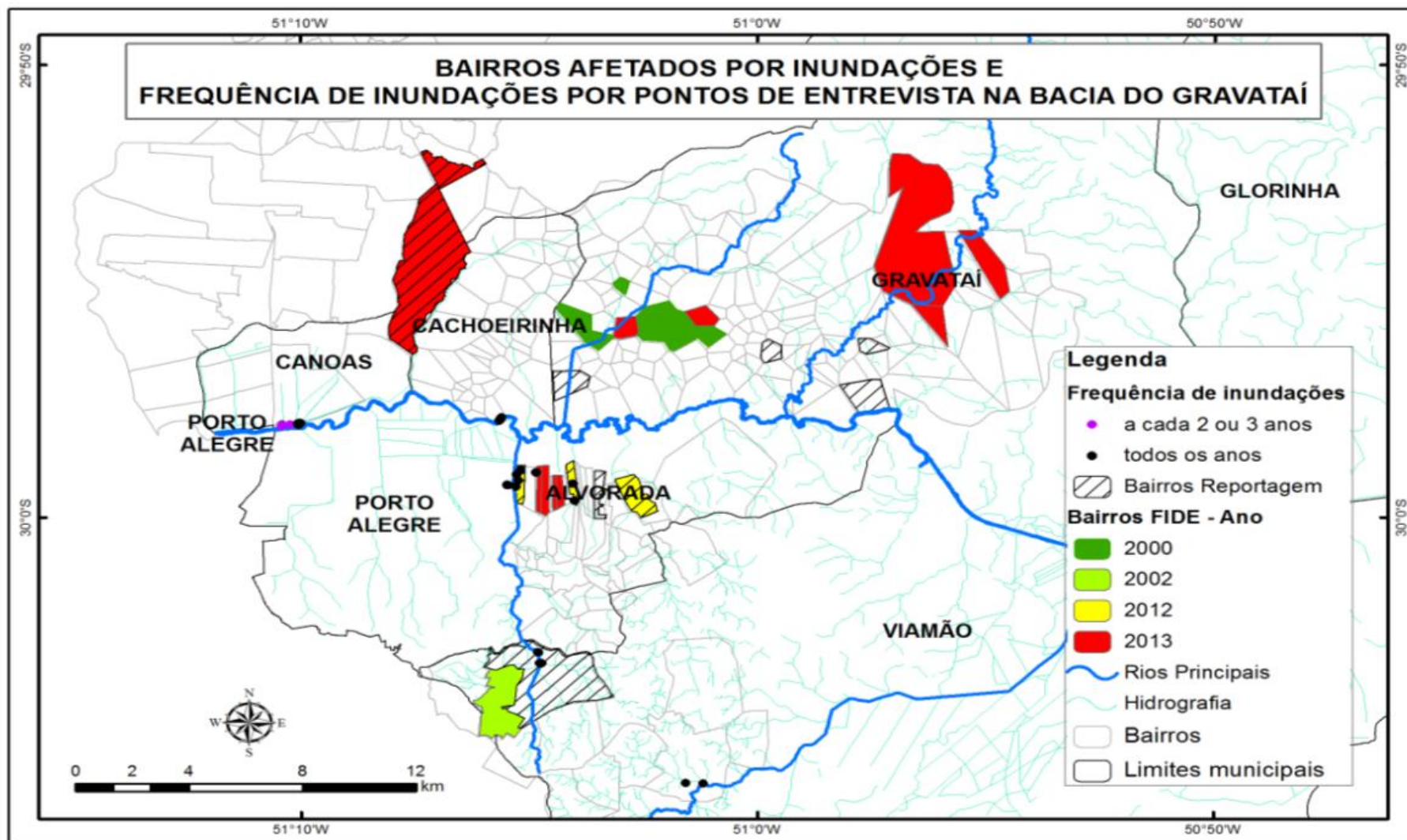


Figura 115 - Locais de inundação e ou alagamento segundo reportagens e FIDE's

Arquivo de projeto: Bairros_reportagens_fide.mxd

Principais camadas: Bairros_Reportagem.shp, Bairros_FIDE.shp, MUN_BAC_GRV.shp, BAIRRO.shp.

Além destes dados secundários, foram levantados dados primários de ocorrência de inundações através de questionários junto à comunidade atingida, que tenha residência há mais de 10 anos no local.

Entre as informações obtidas estão o tempo de moradia no local, a frequência com que ocorrem inundações, a estimativa da altura da lâmina d'água no local e a permanência da inundação.

Para ilustrar o resultado da pesquisa foi gerada a Figura 116 com a localização das entrevistas associadas às ocorrências identificadas nas reportagens de jornal, a fim de reforçar os pontos de maior ocorrência de inundações.

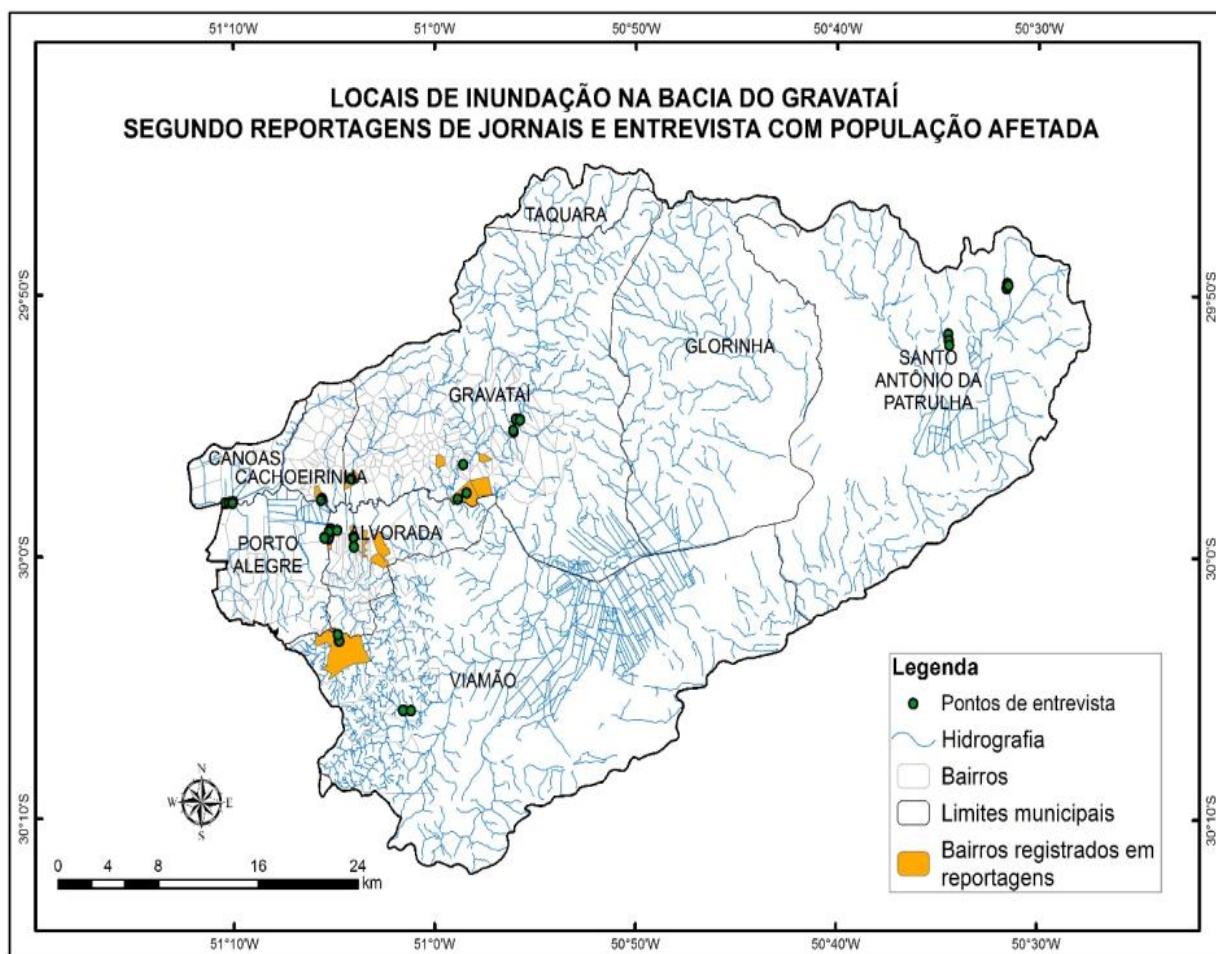


Figura 116 - Locais de inundação e ou alagamentos segundo jornais e entrevistas locais
Arquivo de projeto: Bairros e ptos.mxd
Principais camadas: PTO_ENTREVISTA.shp, hidrografia_In.shp, MUN_BAC_GRV.shp.

A Figura 117 apresenta em detalhe a área com maior número de ocorrências de inundação e a frequência das mesmas.

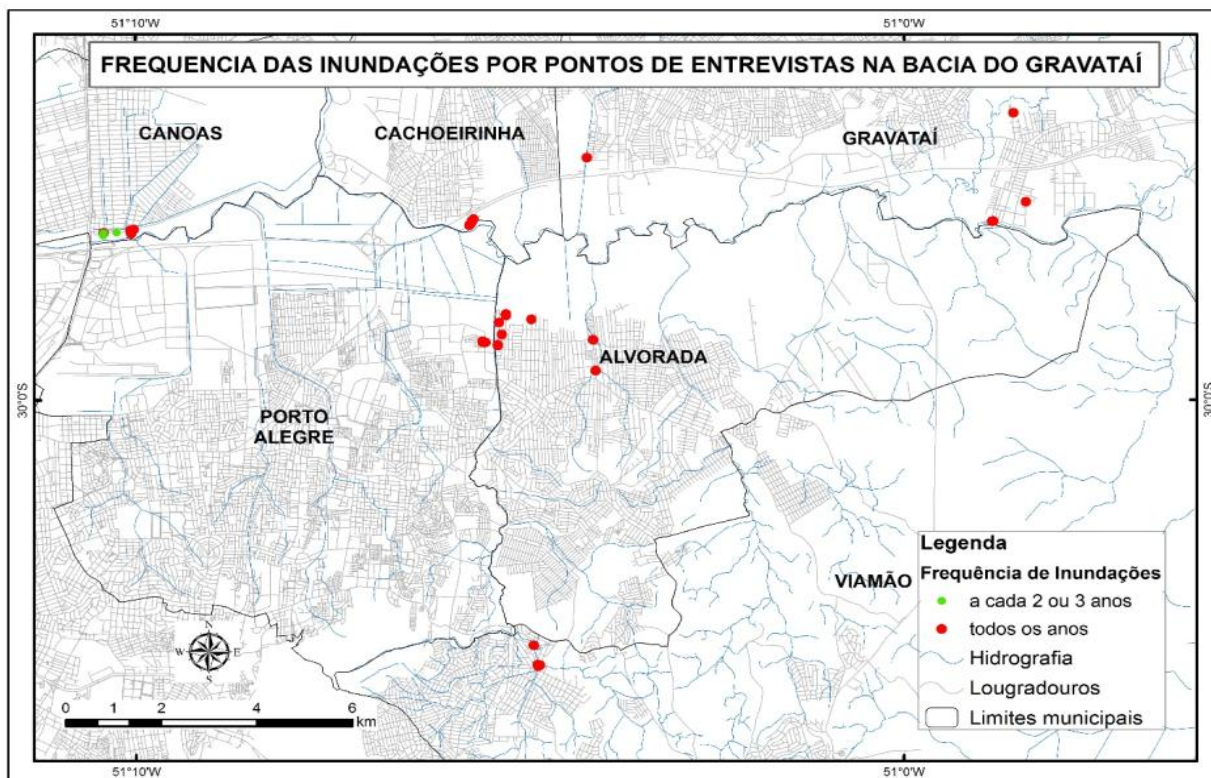


Figura 117 - Frequência das inundações por pontos de entrevistas

Arquivo de projeto: Bairros e ptos_tematico.mxd

Principais camadas: PTO_ENTREVISTA.shp, hidrografia_In.shp, MUN_BAC_GRV.shp, LOGRADOURO_SICES.shp, LOGRADOURO_SIGRAC.shp.

4.5.6 Prejuízos Causados pelas Inundações

O documento FIDE - Formulário de Informação de Desastre, elaborado pela Defesa Civil municipal, explicita os valores de prejuízos do desastre.

A partir dos formulários disponíveis no período de 2012 a 2014 foi possível recuperar valores de prejuízos associados aos principais eventos de inundações e enxurradas ocorridos nos municípios da Bacia do Rio Gravataí, conforme apresentado no Quadro 44.

Quadro 44 - Prejuízos causados por desastres de inundações e tempestades

DATA	MUNICÍPIO	DESASTRE	TOTAL DE AFETADOS	VALOR (R\$)	PREJUÍZOS PÚBLICOS	PREJUÍZOS PRIVADOS
15/09/2012	Alvorada	Inundações	1000	495.276,00	63.672,00	0
27/08/2013	Alvorada	Inundações	12014	15.311.406,00	5.363.104,00	500.000,00
24/08/2013	Cachoeirinha	Inundações	764	940.000,00	0	0
22/08/2013	Gravataí	Inundações	4550	29.600,00	525.000,00	190.000,00
11/11/2013	Gravataí	Inundações	8274	10.485.000,00	2.277.025,00	1.400.000,00
30/12/2014	Porto Alegre	Enxurradas	1757	450.304,00	370.000,00	837.100,00
Invasão das Águas						23/07/2011

(Fonte: Edições do Jornal Correio do Povo de Porto Alegre)

Salienta-se que o quadro anterior não incluiu os dados referentes às inundações ocorridas em 2015, que atingiram níveis próximos à maior cheia histórica registrada no Lago Guaíba, e provavelmente tenha gerado prejuízos proporcionalmente elevados.

4.5.7 Considerações quanto às Inundações Frequentes

Em termos de inundações frequentes na área em estudo destacam-se as seguintes ocorrências:

- Inundações relacionadas à calha de inundação natural do Rio Gravataí, causadas pelas elevações naturais do rio que atingem as ocupações urbanas ribeirinhas, a partir de Gravataí, incluindo Viamão, Alvorada e Cachoeirinha;
- Inundações relacionadas às calhas dos afluentes do Rio Gravataí, causadas pelas elevações naturais do rio que atingem as ocupações urbanas ribeirinhas:
 - ✓ Arroios Demétrio (Gravataí) e Barnabé (Gravataí e Cachoeirinha) e Arroio Brigadeira (Canoas e Cachoeirinha) pela margem direita;
 - ✓ Arroio Fiúza (Viamão) e Feijó (Porto Alegre e Alvorada) pela margem esquerda;

As áreas de jusante da bacia que não estão protegidas por SPCC sofrem inundações praticamente anuais, estando relacionadas à ocupação urbana indevida de áreas ribeirinhas.

Trata-se de um problema que transcende a gestão da drenagem urbana, e exige um planejamento transdisciplinar que inclua urbanismo, habitação, meio ambiente, educação ambiental e infraestrutura de forma geral.

A construção de novos diques para implantação de áreas protegidas por polders, acarreta em criação de um custo operacional "*ad eternum*" à municipalidade, onerando institucionalmente a gestão operacional e manejo das águas pluviais.

Além disto, a implantação de diques restringe o escoamento, reduzindo a seção transversal natural e potencializando os efeitos de remanso, podendo agravar problemas de inundação a montante.

4.6 Erosão e Produção de Sedimentos na Bacia

Apresentam-se inicialmente as informações básicas referentes aos dados secundários relacionados a erosão e produção de sedimentos na bacia do Rio Gravataí, e posteriormente no presente relatório, discute-se com maior profundidade, na apresentação da análise dos impactos ambientais relacionados ao tema.

O PRH-GRV apresenta metodologia da equação universal da perda de solo para determinar as perdas reais de solo na bacia do Rio Gravataí, tendo com dados básicos para produção do referido mapa, os seguintes pontos:

- Modelo Digital de Elevação SRTM/NASA resolução 50 x 50 metros (NASA/USGS, 2000).
- Dados de erosividade das chuvas do Estado do Rio Grande do Sul (SANTOS, 2008).

- Mapa de solos do Estado do Rio Grande do Sul escala de 1:250.000 (RADAMBRASIL).
- Imagens orbitais LANDSAT e Quick Bird.

O resultado apresenta-se no Quadro 45, que descreve as proporções da bacia para cada intervalo de grau de erosão bruta, conforme intervalos estabelecidos pelo FAO e PNUMA.

Quadro 45 - Proporções de perda de solos real na Bacia

INTERVALOS DE PERDA DE SOLO (t/ha/mês)	CONDIÇÃO POTENCIAL	ÁREA (Km ²)	ÁREA RELATIVA (%)
0 – 0,5	muito baixa	1.632	80,9
0,5 – 1,0	baixa	103	5,1
1,0 – 5,0	moderada baixa	209	10,3
5,0 – 10,0	moderada alta	49	2,4
10,0 – 20,0	alta	20	1
> 20,0	muito alta	5	0,2
TOTAL		2018	100

(Fonte: PRH-GRV/2012)

A Figura 118 ilustra o resultado informativamente.

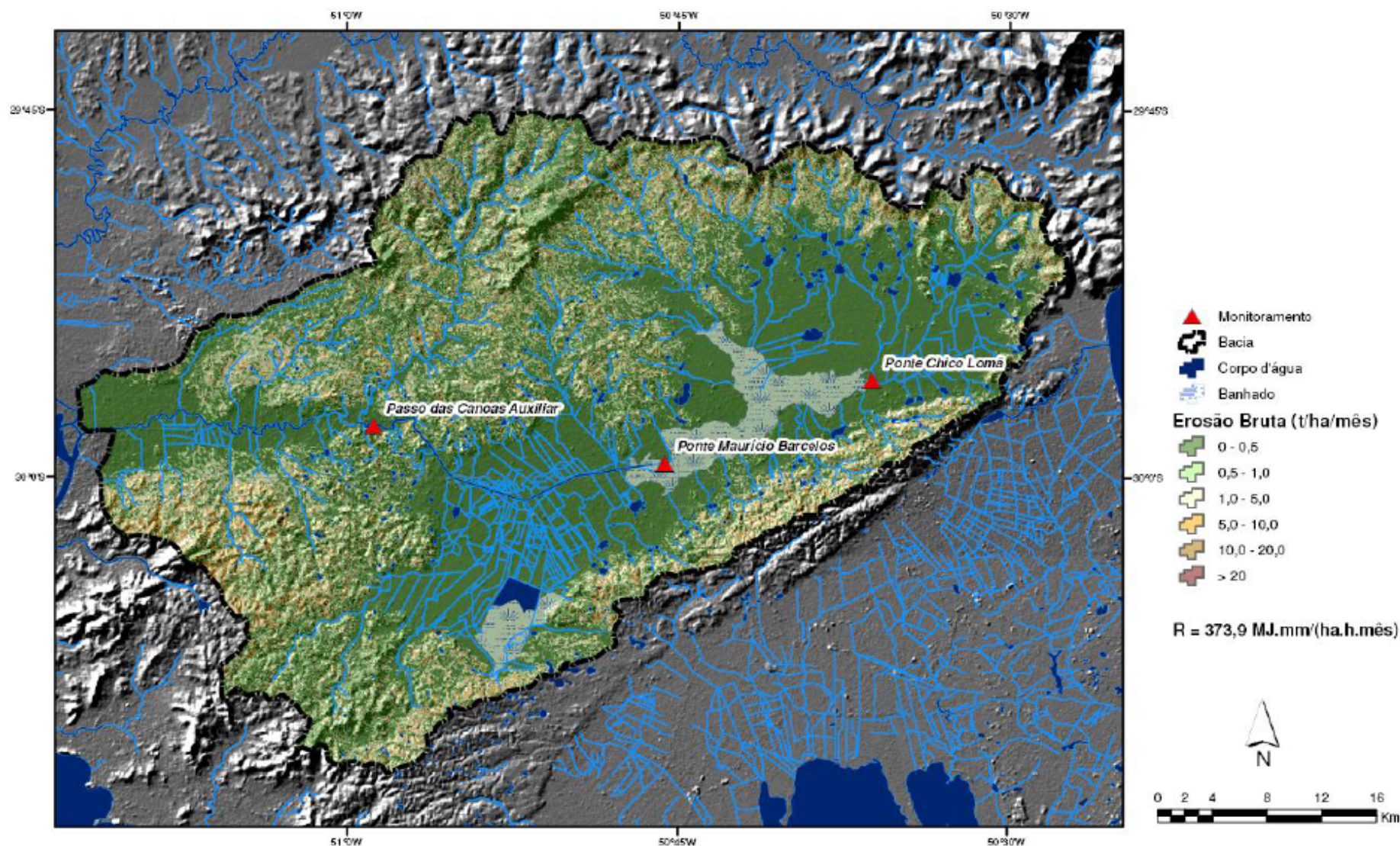


Figura 118 - Perda de solos real da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí
(Fonte transcrito PRH-GRV 2013)

O PRH-GRV realizou medidas de concentração de sedimentos em suspensão e descargas líquidas em três seções do Rio Gravataí, em jul/2011, e com base nestas amostras, foram estimadas as descargas sólidas na Ponte Chico Lomã, Ponte Maurício Barcelos e Passo das Canoas Auxiliar.

O Quadro 46 apresenta os valores medidos de descarga líquida e concentração de sedimentos em suspensão, assim como, a estimativa da descarga líquida nos três postos: Passo das Canoas Auxiliar, Ponte Mauricio Barcellos e Ponte Chico Lomã.

Quadro 46 - Descargas líquidas e sólidas nas seções

SEÇÃO	ÁREA (km ²)	Q (m ³ /s)	CONCENTRAÇÃO (g/L)	qss (t/dia)
Passo das Canoas Auxiliar	1419,3	159,3	0,0394	541,9
Ponte Maurício Barcellos	764,1	83,8	0,033	238,7
Ponte Chico Lomã	186,2	5,5	0,0269	12,7

(Fonte: PRH-GRV/2012)

O mesmo PRH-GRV aponta de forma alarmante:

“O estudo da Agrar und Hydrotechnik, de 1971, denominado de Estudos Básicos e Pesquisas Especiais na Região do Rio Gravataí descreve problemas de erosão laminar e voçorocas em uma área de 30.178 hectares (17,3% da bacia) sobre as unidades Bom Retiro, Gravataí, Camaquã e Itapuã”.

O Quadro 47, transcrito do PRH-GRV/2013 apresenta a susceptibilidade a erosão dos diferentes tipos de solo na bacia, segundo DNOS/GTZ (1985).

Quadro 47 - Suscetibilidade dos solos a erosão hídrica na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí

UNIDADE	CLASSIFICAÇÃO	ÁREA (ha)	ÁREA (%)	LOCALIZAÇÃO	SUSCEPTIBILIDADE À EROSÃO
Bom Retiro	Podzólico vermelho amarelo abrupto, textura argilosa	4.080	2	Oeste	Alta
Itapuã	Podzólico vermelho amarelo abrupto, textura média	20.440	12	Sul	Muito alta
Gravataí	Podzólico vermelho amarelo, textura média	44.700	26	Centro-oeste	Moderada
Camaquã	Podzólico vermelho amarelo, textura argilosa	13.780	8	Sudoeste	Média
Pituba	Laterítico bruno avermelhado, textura argilosa	11.640	7	Norte	Alta
Vacacaí	Planosolo textura média	61.780	35	Centro	Nula
Pinheiro Machado	Litólico distrófico	520	<1	Sudoeste	Média
Colégio	Gley húmico eutrófico, textura média	17.720	10	Sul e sudoeste	Nula
TOTAL	-	174.660	100	-	-

(Fonte: PRH-GRV/2012)

O estudo realizado pela CPRM e Metroplan em 1994, no âmbito do projeto PROTEGER, digitalizado em 2013 pelo LABGeo – UFRGS sobre suscetibilidade e erosão na bacia do Gravataí, foi devidamente incluído no Produto 5 - Base de Dados do presente trabalho, e que apresenta contribuições relevantes ao tema.

Segundo os autores, os fatores erosivos são de ordem:

- Natural: o clima, com o regime de precipitação do local; relevo, que, apesar de plano, possui áreas com voçorocas e as variáveis físicas dos solos, como textura, estrutura, profundidade e permeabilidade.
- Antrópicos: o desmatamento intenso, a abertura de estradas em locais geologicamente inadequados; a construção de barragens, desenvolvimento de áreas agrícolas, mineração e expansão urbana desenfreada.

Os resultados do estudo classificaram a bacia em quatro classes: áreas de baixo risco; risco moderado; alto risco; muito alto risco, conforme apresentado na Figura 119.

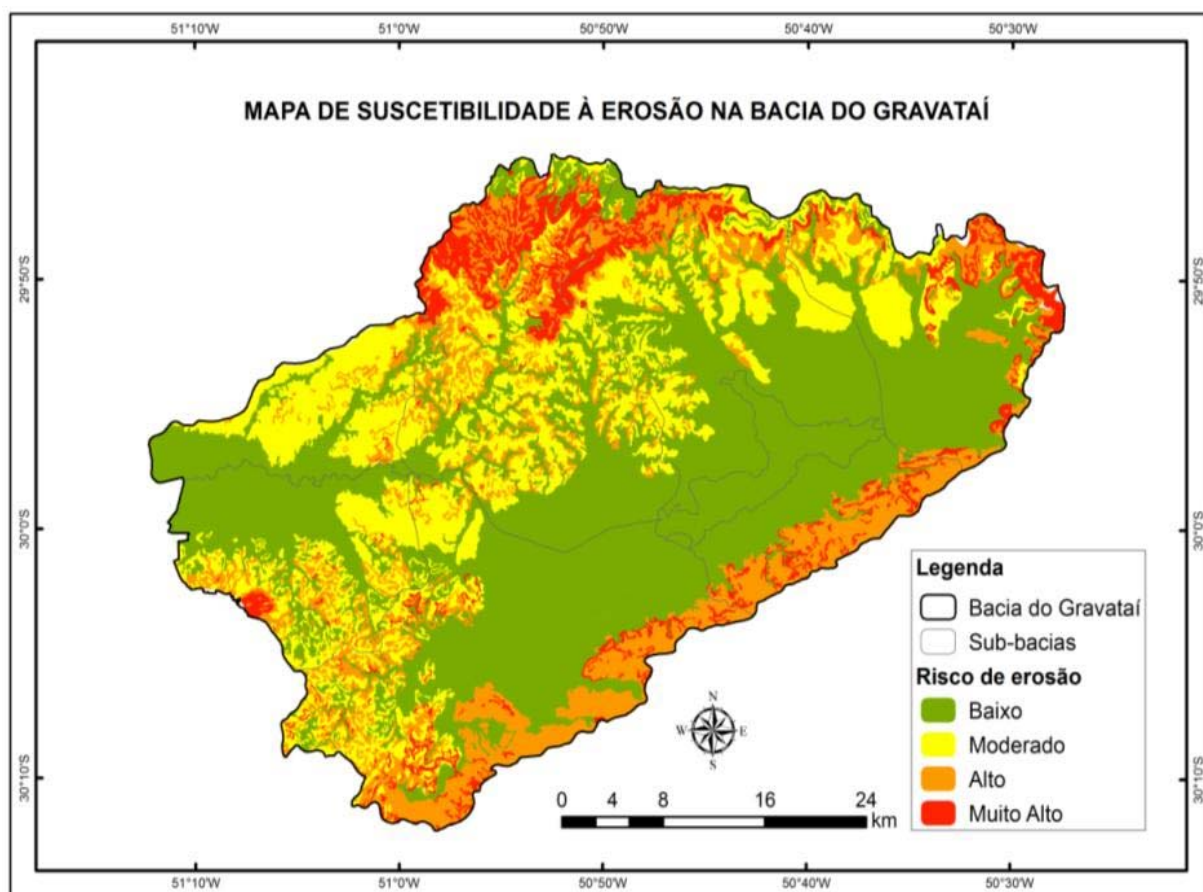


Figura 119 - Mapa de Suscetibilidade à Erosão na Bacia
Fonte: LABGEO-UFRGS(2013) / CPRM-METROPLAN (1994)

Quanto aos riscos de erosão, tem-se:

- **Muito alto risco:** porção periférica da bacia do Gravataí, com maior incidência no limite norte, sendo estas unidades areníticas da formação Botucatu, com declividade média de 12%, porém também sensíveis devido ao tipo de solo.

- **Alto risco:** áreas onduladas até fortemente onduladas de morros arredondados e alongados, distribuindo-se, principalmente, nas regiões leste, norte e centro-norte da bacia, em áreas basálticas com vertentes superiores a 20%.
- **Risco moderado:** ocupam a segunda maior extensão superficial, sendo estas as encostas do platô basáltico a norte e leste da bacia, apresentando declividades superiores a 20%.
- **Baixo risco:** áreas de suscetibilidade à erosão nula ou baixa, ocupando a maior parte da extensão superficial da bacia e no centro desta, em áreas planas, com declividade inferior a 6%. Constituem terraços da planície de inundação do Rio Gravataí e afluentes, aluviões e depósitos lagunares e fluviolagunares. Os platôs basálticos também apresentam as mesmas proporções ao risco de erosão.

Na região do Banhado Grande, mesmo tendo sido classificado como risco baixo ou moderado no mapa de suscetibilidade, observa-se o fenômeno crescente de formação de voçorocas, tanto em extensão quanto em largura, tendo sido inclusive tema de artigos acadêmicos de pesquisadores do Laboratório de Geoprocessamento e Análise Ambiental (LAGAM), vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto da UFRGS.

O manejo da drenagem para a atividade de rizicultura de forma incompatível com a fisiografia da região tem sido apontado como uma das causas mais prováveis para esse alarmante fenômeno.

GUASSELLI et al. (2014) apresentaram estudo referente ao avanço de uma voçoroca na área limite de jusante do Banhado Grande, através da análise de imagens de satélite de 2003, 2010 e 2012, associando diretamente o acelerado incremento da área erodida em mais de 5 vezes a área original, à ampliação do canal de drenagem para o arroz irrigado, na área limite do Banhado Grande.

A Figura 120 apresenta o resultado do trabalho evidenciando o avanço da degradação do solo e perda de vegetação, sendo em termos quantitativos:

- 2003: 1.409,77 m²;
- 2010: 7.956,98 m² (incremento linear de 66 % a.a. desde 2003);
- 2012: 8.814,27 m² (incremento linear de 14 % a.a. desde 2010);

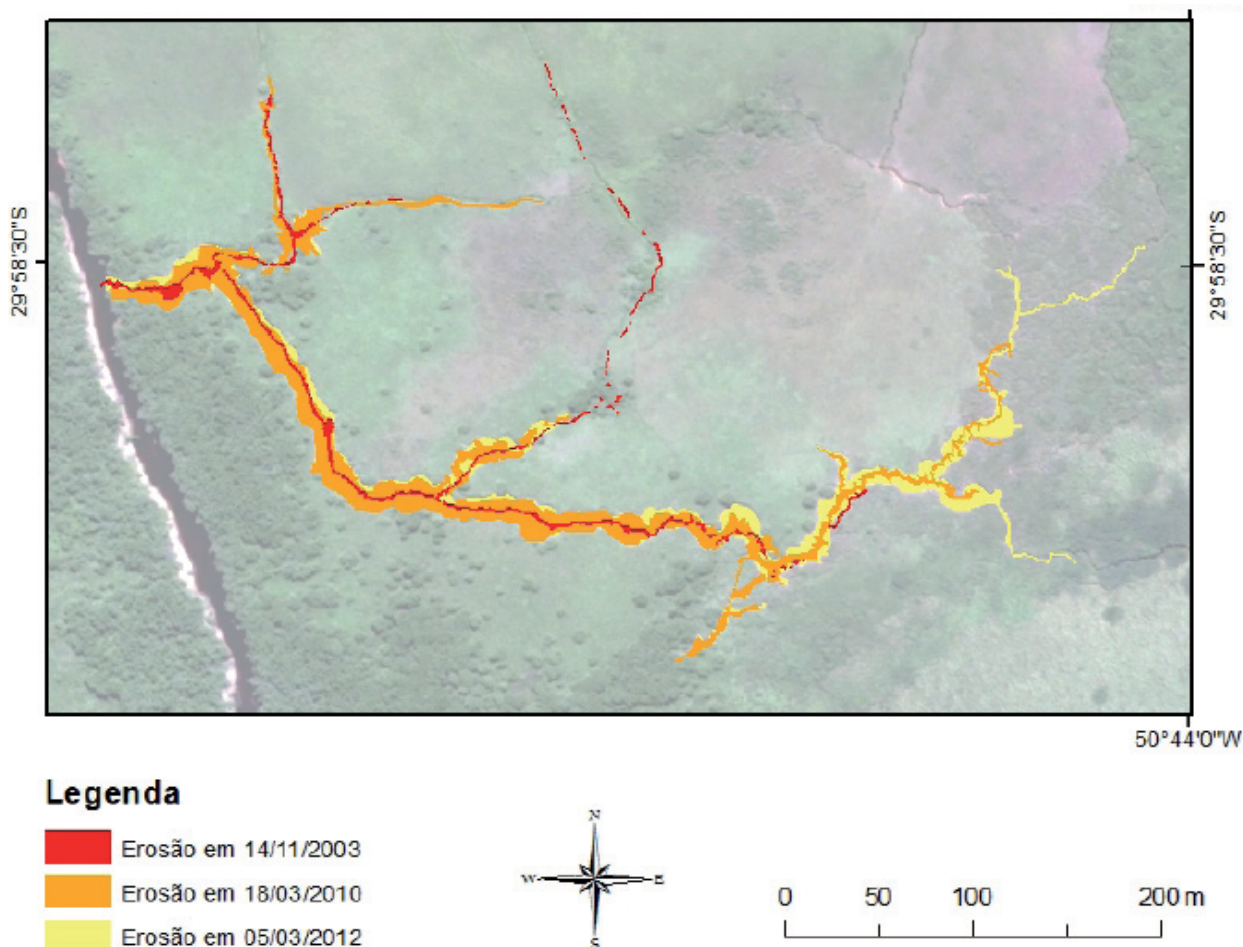


Figura 120 - Evolução das áreas de voçorocas em 2003, 2010 e 2012-Banhado Grande
(Fonte: Transcrito de ETCHELAR, et al/2014)

Utilizando-se produtos preliminares do levantamento aerofotogramétrico desenvolvido no presente projeto, com fotografias obtidas em outubro de 2015, foi possível, além de digitalizar as ocorrências já identificadas pelos pesquisadores citados, digitalizar ocorrências que ainda não haviam sido representadas.

O mapa resultante dessa digitalização é apresentado na Figura 121.

A proposição de ações de recuperação e preservação das áreas de banhado devem realizar em dois momentos:

- Inicialmente a contenção dos fenômenos erosivos em plena expansão, de maneira emergencial;
- Posteriormente associar implementação de medidas preventivas, através de ações estruturais e não estruturais eficazes.

A engenharia naturalística pode substituir ou complementar as técnicas clássicas da Engenharia Civil, quer em obras de terra ou fluviais, com aplicação predominante na proteção de margens, taludes e encostas, assim como no controle da erosão, e nesse caso particular das voçorocas existentes na área de abrangência dos estudos.

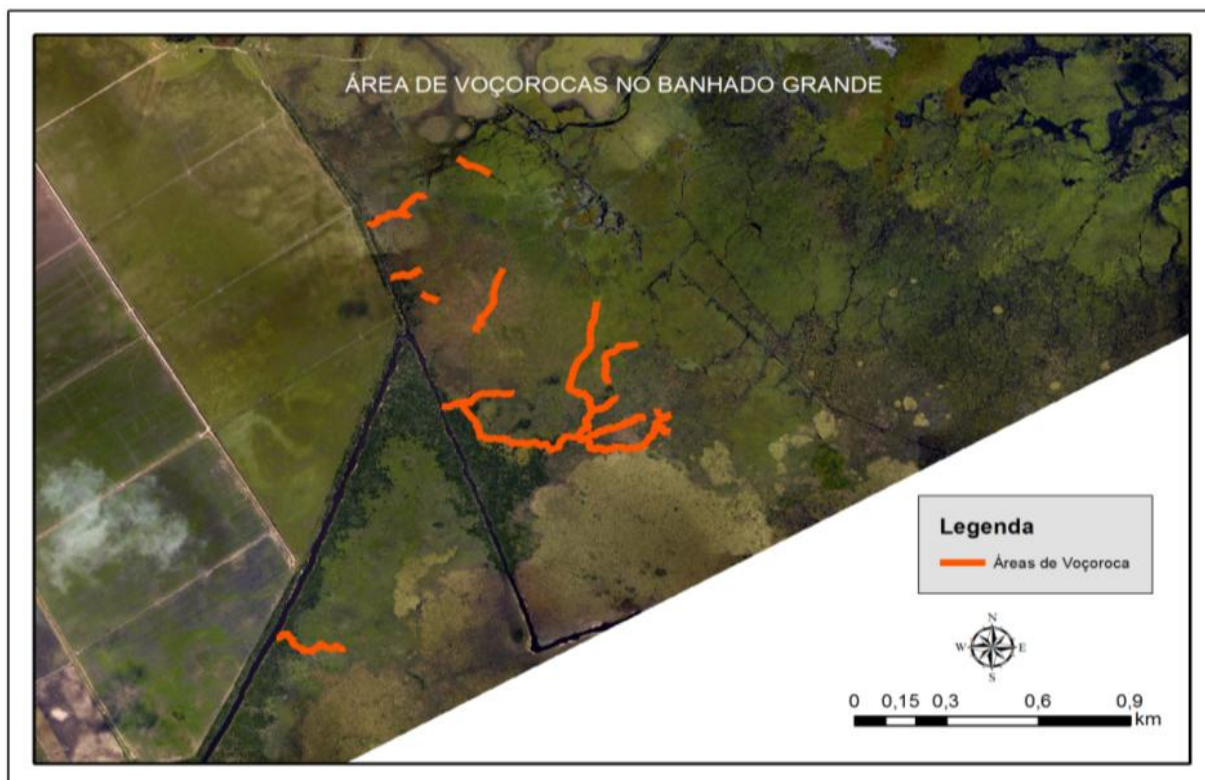


Figura 121 - Identificação de voçorocas no ano de 2015 no Banhado Grande
(Fonte: Restituição aerofotogramétrica / Metroplan 2015)

Em relação às eventuais proposições para contenção das erosões e suas consequências negativas ao ecossistema de banhado natural, tem-se a alternativa de implementação da engenharia naturalística⁶:

"A engenharia natural (também chamada de bioengenharia de solos) é uma área da Engenharia que se ocupa com a perenização de cursos de água e estabilização de encostas, bem como com o tratamento de voçorocas e erosão, através do emprego de material (vegetal) vivo, combinado com estruturas inertes como madeira, pedra, geotêxteis e estruturas metálicas.

A Engenharia Natural usa técnicas (biotécnicas) em que plantas, ou partes destas, são utilizadas como material vivo de construção; sozinhas, ou combinadas com materiais inertes, tais plantas devem proporcionar estabilidade às áreas em tratamento.

Por Engenharia Natural entende-se o conjunto de técnicas de engenharia em que os principais materiais de construção são plantas, comunidades vegetais e sistemas naturais.

Tem como objetivo o preenchimento das necessidades de uso da sociedade relativamente a cada lugar reduzindo os riscos ambientais e antrópicos e maximizando a sua funcionalidade ecológica."

⁶<http://tecnicaelogica.blogspot.com.br/2015/09/engenharia-biofisica-e-sua-definicao.html>

No processo de projeto e execução são utilizados conhecimentos e competências das disciplinas de construção, assim como conhecimentos da biologia e da ecologia da paisagem de forma a instalar e garantir o adequado desenvolvimento de um coberto adequado de espécies autóctones que garanta as exigências construtivas requeridas.

Na sequência, da Figura 122 até a Figura 126 são apresentados exemplos de aplicação de recuperação de áreas degradadas por erosão e contenção de margens de cursos d'água, tendo como premissa os conceitos de engenharia naturalística.



*Figura 122 - Contenção de margens com engenharia naturalística
(Fontes: <http://tecnicaelogica.blogspot.com.br> e <http://naturlink.pt>)*



*Figura 123 - Estrutura para dissipação de energia e contenção de sedimentos
(Fonte: <http://verticalgreen.com.br>)*



*Figura 124 - Recuperação de voçoroca com uso de técnicas de engenharia naturalística
(Fonte: Sponga, M. e Coelho, I / 2001)*

As intervenções de Engenharia Natural garantem não só a proteção contra a erosão como igualmente ações reguladoras no regime hidrológico, no microclima, na estrutura e qualidade biológica e ecológica, assim como na qualidade visual das zonas de intervenção.

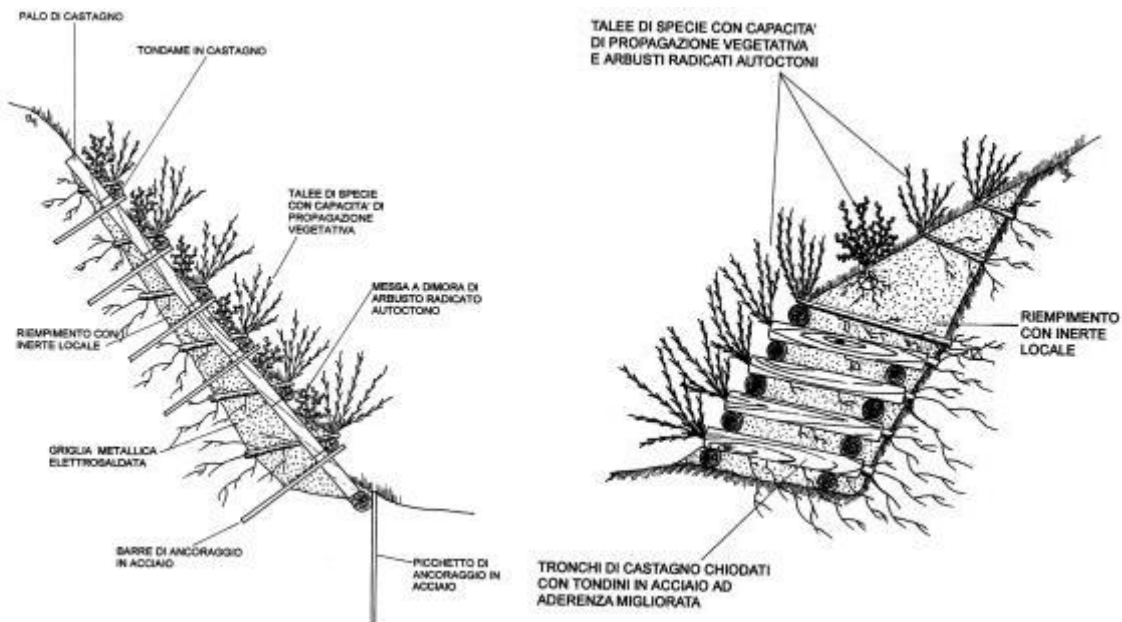


Figura 125 - Intervenções propostas para contenção de taludes e prevenção de erosão
(Fonte: Manuale di indirizzo delle scelte progettuali per interventi di ingegneria naturalistica.
Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Mare, con finanziamento nell'ambito della Quadro
Comunitario di Sostegno - Programmazione 2000/2006)

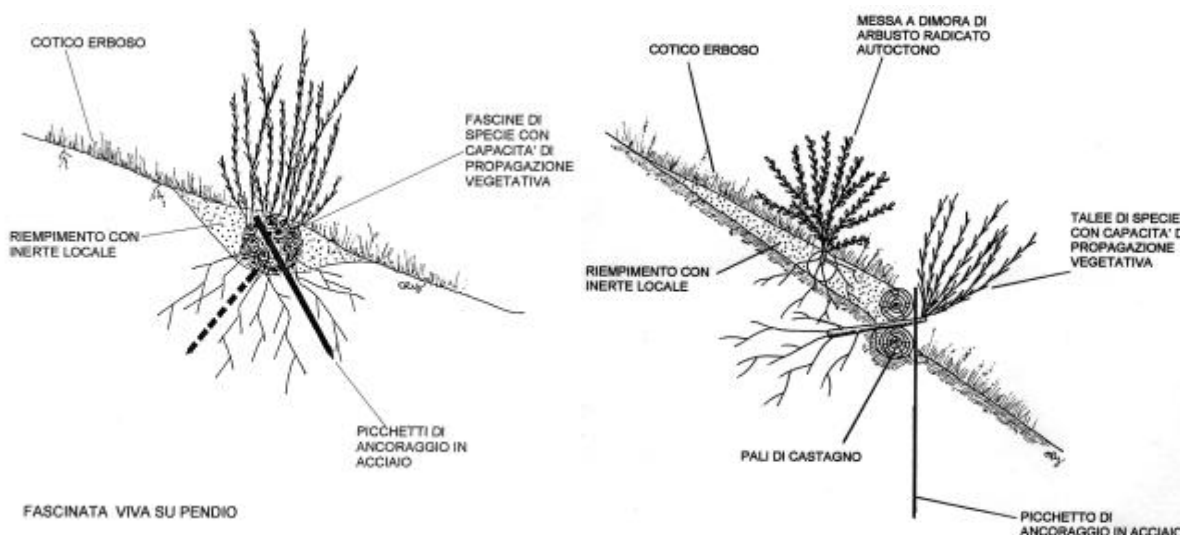


Figura 126 - Intervenções propostas para contenção de taludes e prevenção de erosão
(Fonte: Manuale di indirizzo delle scelte progettuali per interventi di ingegneria naturalistica.
Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Mare, con finanziamento nell'ambito della Quadro
Comunitario di Sostegno - Programmazione 2000/2006)

4.7 Qualidade da Água no Sistema de Drenagem e o Monitoramento

Foram identificados em todos os PMSB dos municípios que compõem a bacia do Rio Gravataí, registros da degradação da qualidade da água de escoamento no sistema de drenagem existentes, seja pela constatação durante vistorias do odor característico de esgotos sanitários sem o devido tratamento, ou visualmente pela coloração da água e ainda pela presença de resíduos sólidos e sedimentos.

Estas constatações podem ser evidenciadas pelas campanhas de coleta e análise de água realizadas pela FEPAM ao longo dos anos, através do endereço eletrônico: "http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade_gravatai/gravatai.asp", apresentado na sequência.

Com o objetivo de evidenciar o comprometimento da qualidade das águas que escoam pelos sistemas de drenagem, apresentam-se na sequência alguns registros de imagens que indicam a presença de lançamento de efluentes domésticos e resíduos sólidos, identificados quando da elaboração dos PMSB, pelas visitas realizadas recentemente pela equipe deste Consórcio ou ainda pelo site "Google Earth", conforme Figura 127 até a Figura 136.



*Figura 127 - Cachoeirinha: Degradação das Águas Pluviais
(Fonte: PMSB/2013)*



*Figura 128 - Canoas: Degradação das Águas Pluviais
(Fonte: PMSB/2013)*



Figura 129 - Santo Antônio da Patrulha: Degradação das Águas Pluviais
(Fonte: PMSB/2013)



Figura 130 - Gravataí: Degradação das Águas Pluviais
(Fonte: PMSB/2014)



Figura 131 - Alvorada: Degradação das Águas Pluviais
(Fonte: Google Earth/2016)



Figura 132 - Viamão: Degradação das Águas Pluviais
(Fonte: Google Earth/2016)



Figura 133 - Porto Alegre: Degradação das Águas Pluviais
(Fonte: Google Earth/2016)



Figura 134 - Glorinha: Córregos Próxima a Área Urbana
(Fonte: Google Earth/2016)



*Figura 135 - Presença de esgoto cloacal, Lago Tarumã e Passo Dorneles
(Fonte: PMSB/2014)*



*Figura 136 - Presença de esgoto cloacal, Canal do Arroio Santo Agostinho
(Fonte: Plano Diretor de Drenagem/2011)*

A análise das imagens anteriores ratifica a importância de se planejar adequadamente a implantação dos sistemas de drenagem com o SES e o manejo dos resíduos sólidos.

Percebe-se que em Glorinha, onde a urbanização se encontra no estágio inicial, e o sistema de esgoto em implantação (cerca de 45 % do total da área urbana), os efeitos degradantes em relação aos recursos hídricos não se fazem notar de maneira significativa.

Mesmo assim o PMSB de Glorinha aponta a presença de esgotos sem tratamento na rede pluvial em alguns locais não identificados na rede de microdrenagem existente.

Na sequência pode-se apontar Santo Antônio da Patrulha, que já apresenta locais onde a degradação da qualidade da água é significativo, sobretudo nos Arroios Pitangueira e Passo dos Ramos, que cruzam a área urbana.

Os demais municípios, que se encontram no trecho de jusante da bacia, com densidades populacionais elevadas, apresentam sérios problemas em se tratando da qualidade das águas de escoamento na rede pluvial.

Por se tratarem de sistemas projetados e construídos para funcionarem exclusivamente como estruturas de coleta e transporte de águas pluviais, as redes que recebem esgotos não tratados, sedimentos e resíduos sólidos, operam em condições adversas, com comprometimento em termos de desempenho e reduzindo sua vida útil.

Em relação a qualidade da água na área de estudo, o monitoramento tem sido feito desde o ano de 1980 pela Rede Básica de Monitoramento, realizado pela FEPAM, CORSAN e DMAE.

Os dados obtidos nos relatórios apresentam uma avaliação da qualidade da água do Rio Gravataí, os quais são comparados aos dados da qualidade atual e o seu enquadramento conforme a classe de uso do Rio, de acordo com a Portaria 02/98 – SSMA, com base na Resolução nº 357/05 do CONAMA.

Segundo os dados analisados referentes ao ano de 2011, último ano de medição apresentado, os pontos de monitoramento, no total de sete (Chico Lomã, Canal, Passo dos Negros, Passo das Canoas, Cachoeirinha, Arroio Areia e Foz), apresentam qualidade de suas águas que iniciam com índice Regular nas regiões altas (Chico Lomã, Canal e Passo dos Negros) e a medida que evoluem para a Foz, caem, chegando ao índice de Muito Ruim.

A classificação identificada na Figura 137, que foi transcrita do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Gravataí figura a seguir (Classes segundo a Resolução CONAMA 357/2005 - Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4) foi elaborada através dos resultados das análises do referido sistema de monitoramento.

Posteriormente, neste relatório, faz-se pormenorizadamente uma análise da qualidade da água identificada de cada trecho e a classe enquadrada, tendo como base os parâmetros a eles inerentes.

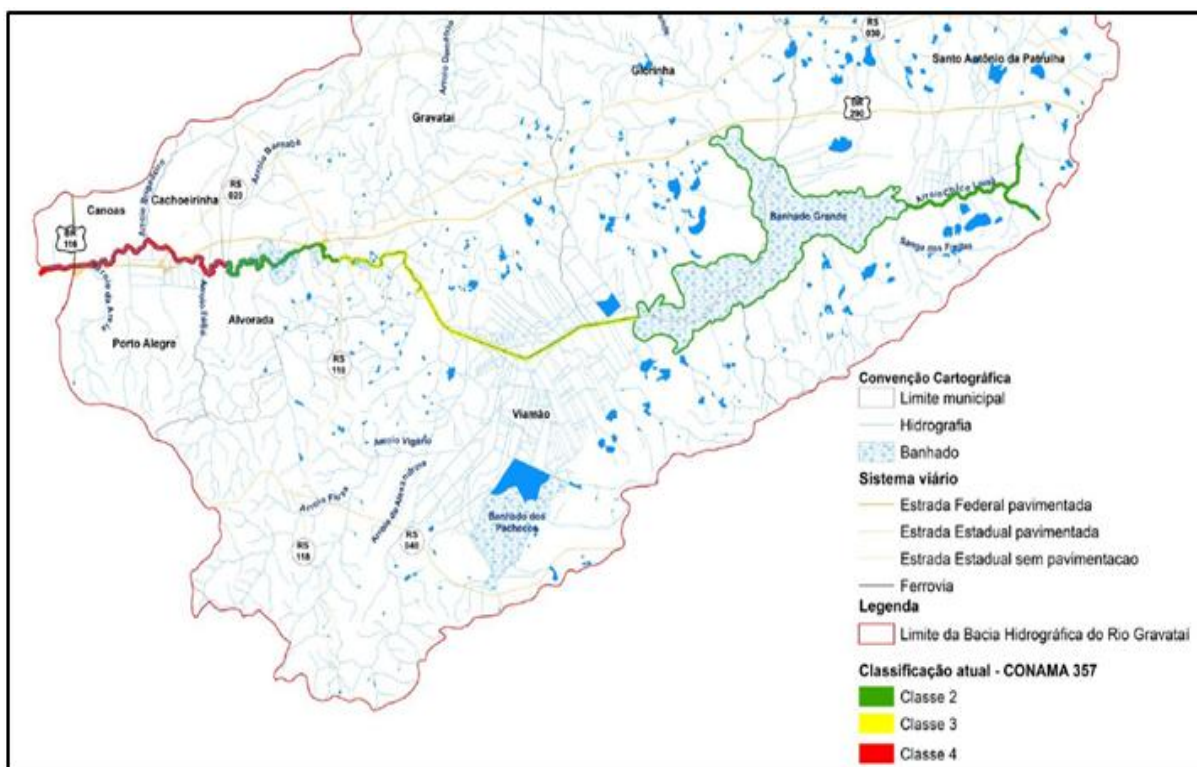


Figura 137 - Qualidade da água por classe do Rio Gravataí - Resolução nº 357/2005/CONAMA
(Fonte: PRH-GRV)

No ponto de captação para abastecimento público (Resolução nº 357/2005 do CONAMA) o PRH-GRV classifica como água de classe 3, podendo ser destinado:

- Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- Pesca amadora;
- Recreação de contato secundário; e
- Dessedentação de animais.

O PRH-GRV salienta ainda a presença de captação e drenagem de água para a lavoura de arroz, localizada a montante das captações dos SAA de Gravataí e Alvorada, o que gera conflitos de uso pela quantidade e qualidade principalmente nas épocas de estiagem prolongada.

A Política Nacional de Recursos Hídricos, implementada pela Lei 9.433/97 preconiza prioridade de uso da água para abastecimento público e dessedentação animal, o que deve reger as ações de outorga de uso para a situação atual e eventual proposição de ações estruturais prevendo aumento da vazão regularizada.

A análise dos dados históricos dos registros da FEPAM e as campanhas realizadas pelo PRH-GRV identificaram as seguintes características referentes à qualidade das águas na rede de drenagem:

- Alguns parâmetros observados na Bacia (Cádmio, Cloreto, Cromo, Níquel, pH e Sólidos Totais Dissolvidos) se mantiveram em Classe 1;
- A partir de 2007, as concentrações de Chumbo e Cobre alcançaram níveis enquadrados com Classe 1 (provável vinculação com atividades industriais e defensivos agrícolas);
- Os Coliformes termotolerantes apresentaram Classes 1 e 2 nas regiões a jusante do Banhado Grande, Passo das Canoas, e a jusante da área urbana de Cachoeirinha. Classe 3 em pontos do Chico Lomã e Passo dos Negros e Classe 4 na foz do Arroio Areia e na foz do Rio Gravataí.
- As densidades de *Escherichia coli* apresentam comportamento semelhante aos Coliformes Termotolerantes, o que confirma o despejo de esgotos sanitários sem tratamento adequado;
- No arroio Chico Lomã foram observadas concentrações elevadas de Fósforo Total e Mercúrio, condizentes com a Classe 4, assim como altas densidades de Coliformes Termotolerantes, atingindo a Classe 3.
- A jusante do Banhado Grande destacaram-se níveis elevados de Fenóis Totais (Classe 4) e concentrações Fósforo Total (Classe 3).
- No Passo dos Negros observou-se elevadas concentrações de Fenóis Totais (Classe 4), de Mercúrio (Classe 4) e Coliformes Termotolerantes (Classe 3).
- No Passo das Canoas as variáveis Fósforo Total, Mercúrio e Oxigênio Dissolvido atingiram valores condizentes com a Classe 4.

- A jusante da área urbana de Cachoeirinha observou-se níveis críticos de Fenóis Totais (Classe 4), Fósforo Total (Classe 4) e Oxigênio Dissolvido (Classe 4).
- Na Foz do Arroio Areia as variáveis DBO, Fenóis Totais, Fósforo Total, Mercúrio e Oxigênio Dissolvido apresentaram níveis de Classe 4 e o Nitrogênio amoniacal com valores de Classe 3.
- Na Foz do Rio Gravataí foram registrados níveis elevados de alguns parâmetros observados (Fósforo Total, Mercúrio, Coliformes Termotolerantes e Oxigênio Dissolvido) chegando a valores de Classe 4 e Classe 3 (DBO, Cobre e Chumbo).
- Nas áreas do Rio Gravataí e afluentes, onde foram observadas evidências de eutrofização (concentração de matéria orgânica) e florações de cianobactérias (presença de algas), caracterizam-se Classe 3 ou 4.
- Nessas situações pode ocorrer a perda de biodiversidade, mortandade de peixes, elevação no custo do tratamento de água para abastecimento público, riscos a animais que utilizam a água para dessedentação, entre outras implicações para os usos múltiplos do recurso hídrico.
- Os níveis de Fósforo Total são relacionados à matéria orgânica fecal e detergentes em pó empregados em larga escala domesticamente. Alguns efluentes industriais apresentam fósforo em grande quantidade e águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem carrear elevadas concentrações de Fósforo para águas naturais.
- Os níveis de Mercúrio podem estar vinculadas à atividade industrial na região.
- Os Coliformes Termotolerantes e outras variáveis indicadoras de eutrofização foram observados em níveis mais elevados no verão, provavelmente causados pela menor ocorrência de chuvas e reduzida diluição nesse período.

O PRH-GRV apresenta um Programa de Monitoramento Hidrológico e de Qualidade das Águas, que envolve três ações:

- monitoramento pluviométrico e fluviométrico;
- monitoramento da qualidade das águas em afluentes; e
- monitoramento de sedimentos (quali-quantitativo).

Tem por objetivo estabelecer um monitoramento sistemático das águas da bacia, através de uma rede que deverá acompanhar as alterações nas características quantitativas e qualitativas (físicas, químicas e biológicas), possibilitando a verificação continuada das condições hídricas, tanto para fins de outorga, quanto do enquadramento.

O programa de monitoramento hidrológico e de qualidade das águas possui as seguintes metas:

- Melhorar o nível de informações básicas relativas aos recursos hídricos na bacia do Rio Gravataí através do monitoramento sistemático das variáveis pluviométricas, fluviométricas, de qualidade das águas e sedimentológicas,

- Implantar novas estações de monitoramento, estabelecendo uma rede, permitindo um melhor conhecimento e maior controle sobre as condições da água em diferentes pontos ao longo do Rio Gravataí e de seus afluentes, visando uma avaliação mais eficiente da qualidade da água,
- Expandir o conhecimento das variáveis hidrológicas e de qualidade das águas para os principais afluentes do Rio Gravataí,
- Possibilitar um maior controle no uso dos recursos hídricos nas bacias contribuintes.
- Ampliação do número de estações pluviométricas e fluviométricas existentes, distribuídas nas sete unidades consideradas nos estudos hidrológicos.

São propostas 12 novas estações pluviométricas e fluviométricas pelo PRH-GRV, a saber:

- Arroio Brigadeiro;
- Arroio Barnabé;
- Arroio Demétrio;
- Arroio Pinto;
- Arroio Grande;
- Arroio Fiuza;
- Arroio Miraguaia;
- Arroio Palmeira;
- Sanga dos Freitas;
- Sanga da Rapadura;
- Arroio Alexandrina;
- Arroio Passo da Figueira.

O objetivo do incremento do monitoramento da qualidade das águas foca-se exatamente nos seus principais afluentes (arroio Brigadeiro, arroio Barnabé, arroio Demétrio, arroio Pinto, arroio Grande, arroio Fiúza, arroio Miraguaia, arroio Palmeira, sanga dos Freitas, sanga da Rapadura, arroio Alexandrina e arroio Passo da Figueira).

A meta prevista do início de operação das 12 novas estações era o presente ano de 2016.

Com esse monitoramento, será possível verificar a qualidade do deságue no Rio Gravataí, estando associadas à rede fluviométrica, possibilitando a determinação das cargas totais.

As coletas preveem análise dos parâmetros: profundidade; temperatura; OD; DBO; DQO; transparência; turbidez; sólidos totais dissolvidos; condutividade; pH; nitrogênio amoniacal; nitrogênio orgânico e total; fósforo total; ortofosfato; cloreto; coliformes termotolerantes, Escherichia coli; Fenóis Totais; Cádmio; Chumbo; Cobre (dissolvido); Cromo (total); Mercúrio; Níquel e Zinco.

Para fins de comparação da qualidade da água que chega a foz do Rio Gravataí e aflui para o Lago Guaíba, apresenta-se o resultado do monitoramento realizado pela FEPAM em 08/08/2016⁷, nos seguintes pontos. Ver Figura 138, Figura 139, Figura 140), abaixo:

- Ponto 1: Foz do Rio Gravataí;
- Ponto 2: Depois da Casa de Bombas nº 5 do Departamento de Esgotos Pluviais;
- Ponto 3: Depois da Casa de Bombas Pluvial do Trensurb;
- Ponto 4: Antes da captação de água do DMAE São João/Moinhos de Vento;
- Ponto 5: Depois da captação de água do DMAE São João/Moinhos de Vento.

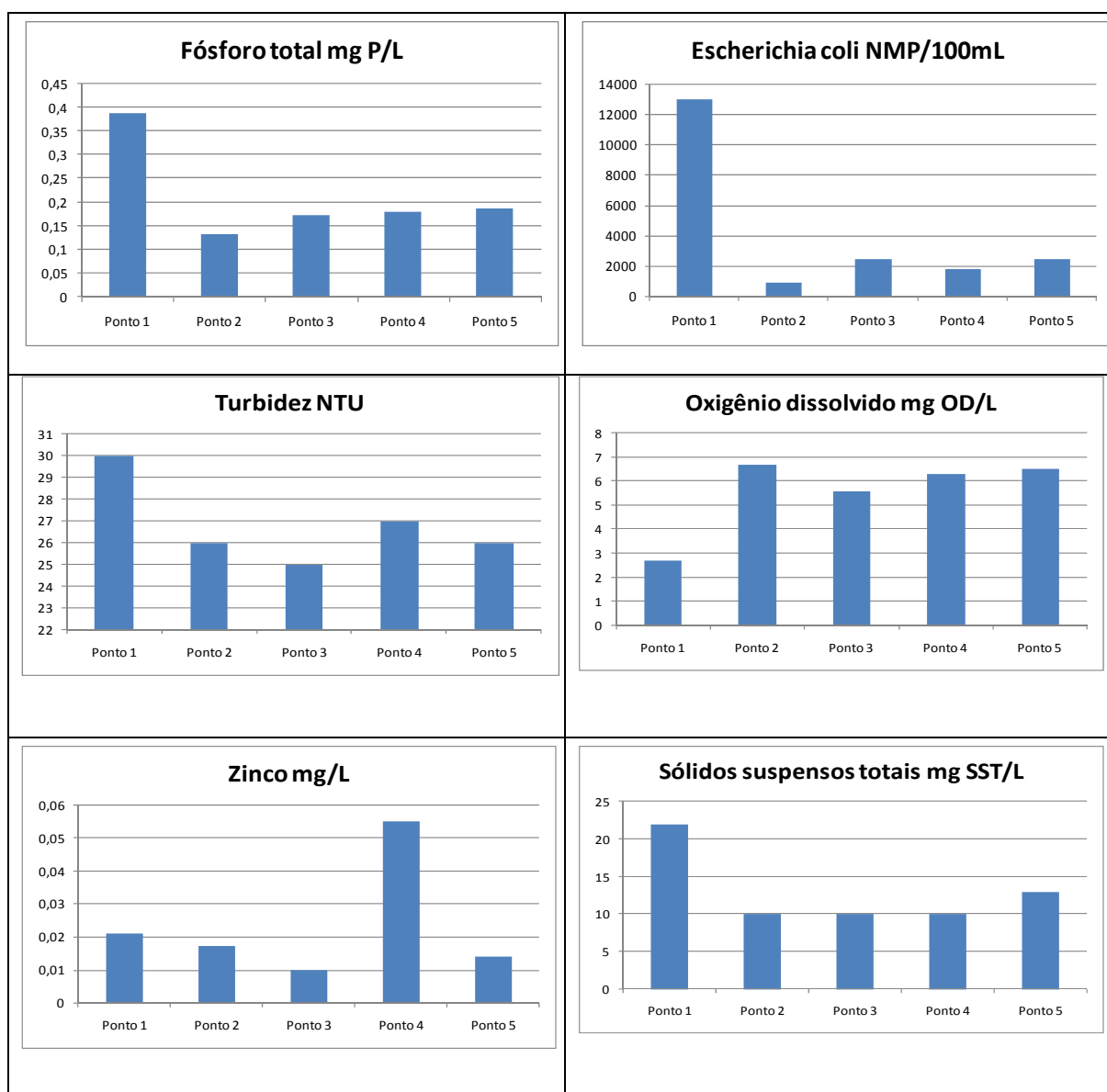


Figura 138 - Comparação da qualidade da água na foz do Rio Gravataí versus Lago Guaíba
 (Fonte: FEPAM)

⁷ http://www.fepam.rs.gov.br/servicos/monit_guaiba.asp

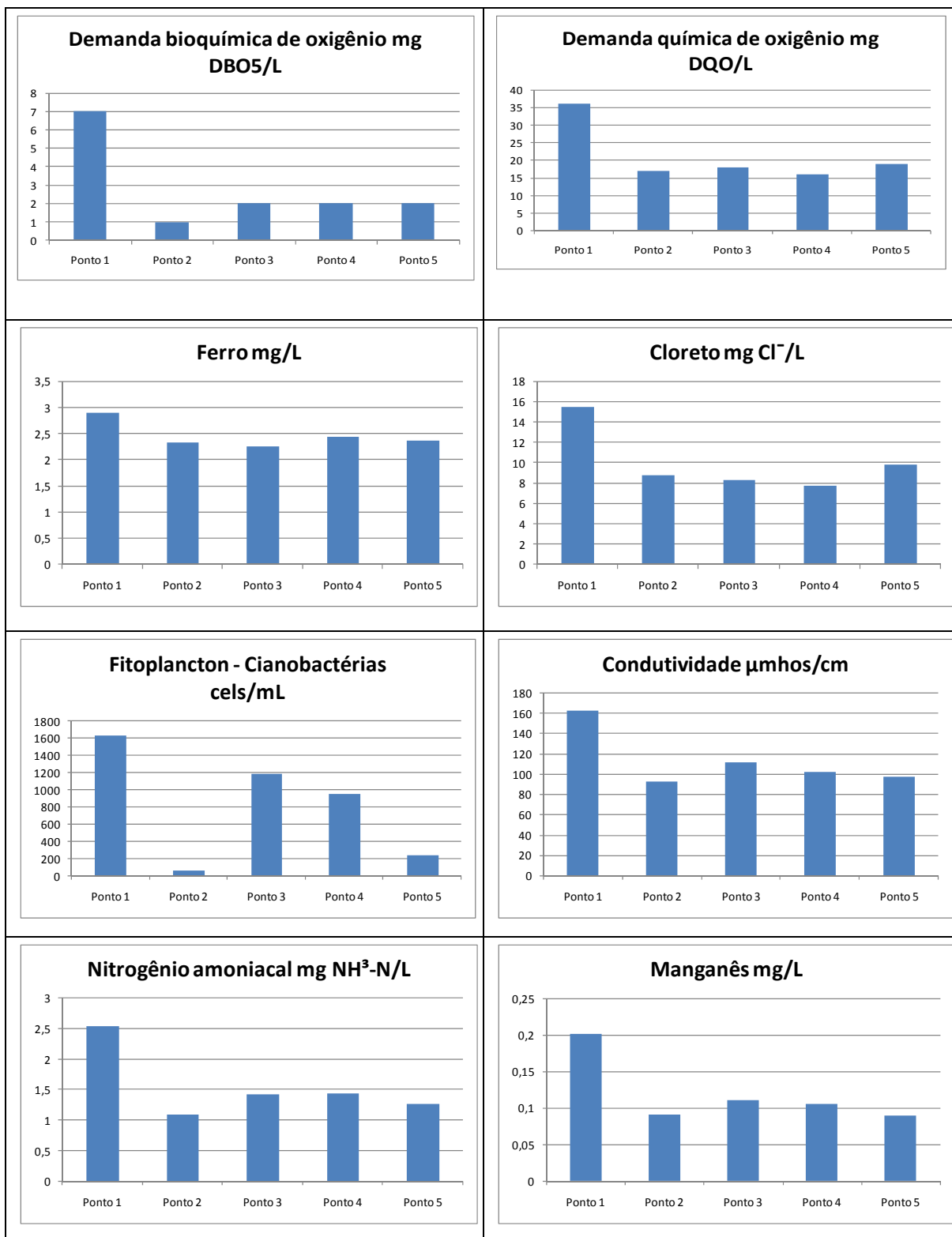


Figura 139 - Comparação da qualidade da água na foz do Rio Gravataí versus Lago Guaíba
/ Continuação
(Fonte: FEPAM)

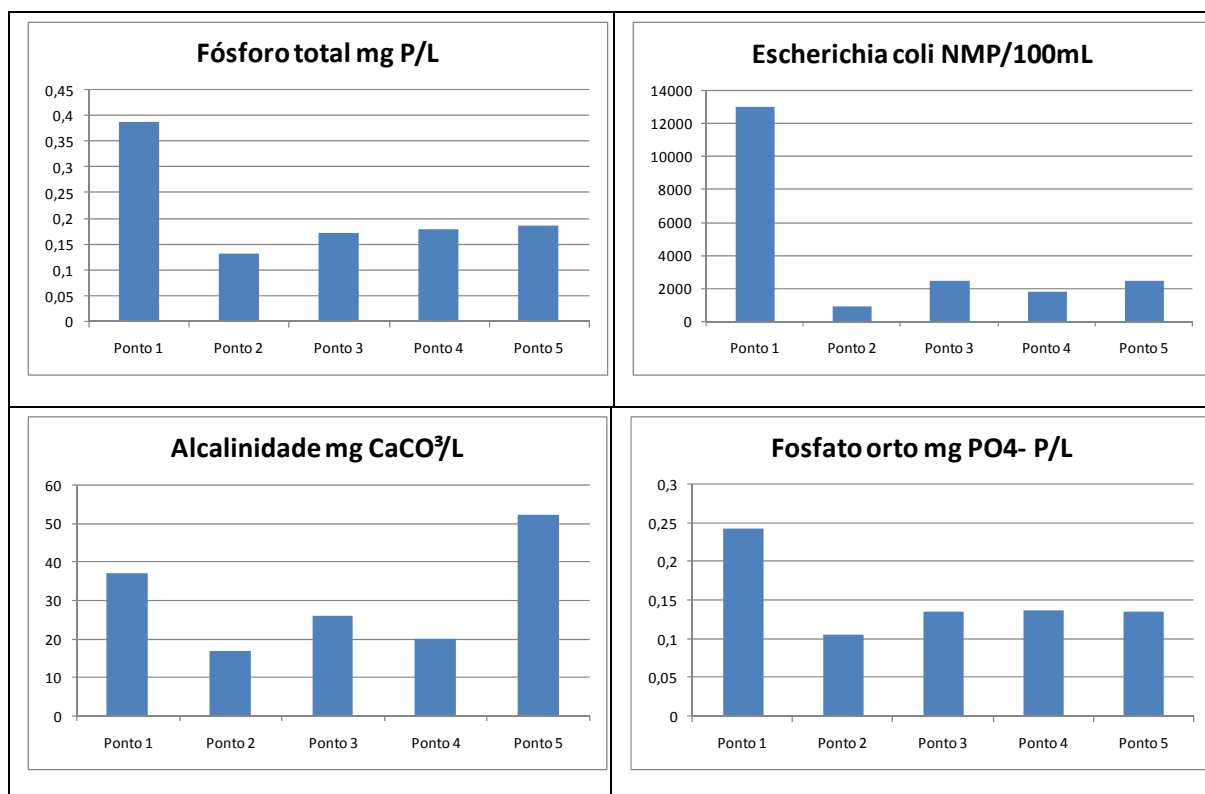


Figura 140 - Comparação da qualidade da água na foz do Rio Gravataí versus Lago Guaíba
Continuação
(Fonte: FEPAM)

Análise dos resultados do referido monitoramento (FEPAM 08/08/2016) indica que a qualidade da água na foz do Rio Gravataí apresenta piores índices em todos os parâmetros estudados, se comparados com os pontos mais a jusante no Lago Guaíba, com destaque àqueles relacionados ao lançamento de esgotos cloacais sem o devido tratamento, como a DBO, DQO, nitrogênio, fosfatos e cianobactérias.

As metas de busca da qualidade das águas até as classes de enquadramento previstas são desafiadoras, e exigem ações pragmáticas principalmente em se tratando do tratamento de esgotos cloacais.

4.8 Análise Integrada das Fontes de Impactos Ambientais Relacionadas a Drenagem Pluvial

Dentre os condicionantes antrópicos que atuam sobre o sistema de drenagem, já descritos no presente diagnóstico, muitos deles destacam-se por apresentar um aspecto ambiental relevante.

A ocorrência de um determinado condicionante, conforme a sua intensidade, pode conduzir a diversos impactos ambientais negativos, tendo-se como premissa de que impacto ambiental é caracterizado por alterações no ambiente natural, tendo como agente o ser humano.

O Quadro 48 apresenta uma análise objetiva dos impactos ambientais gerados pelos condicionantes antrópicos decorrentes, principalmente, do desenvolvimento urbano desassociado de um planejamento adequado.

Quadro 48 - Aspectos ambientais relacionados ao desenvolvimento urbano

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL
Urbanização acentuada: Aumento da impermeabilização	- Redução da recarga do lençol freático; - Aumento do escoamento superficial; - Redução das vazões em períodos de estiagem;
Ocupação irregular de áreas sujeitas a inundações ribeirinhas	- Incremento dos prejuízos sazonais com a perda de bens e risco de pessoas;
Degradação da APP: Erosão e assoreamento	- Perda da qualidade das águas; - Redução da seção de escoamento dos cursos d'água;
Localização de área urbanizada em fundos de vale: Enxurradas e erosão	- Incremento dos prejuízos com a perda de bens; - Risco de pessoas;
Localização da área urbanizada em encosta: Erosão e deslizamentos	- Incremento dos prejuízos com a perda de bens; - Risco de pessoas;
Localização em mais de uma bacia hidrográfica: Planejamento múltiplo	- Incremento institucional como agente ativo do planejamento dos recursos hídricos;
Existência de sistema de proteção contra as cheias: Risco elevado em caso de colapso	- Aumento do custo de operação e manutenção do sistema de drenagem; - Aumento dos riscos em termos de colapso;
Falta de planejamento: Risco de inundações	- Incremento dos prejuízos com a perda de bens; - Risco de pessoas;
Degradação dos recursos hídricos (RSU e Esgotos): Degradação natural	- Perda da qualidade das águas; - Comprometimento operacional do sistema;
Desconhecimento do sistema existente: Risco de inundação	- Incremento dos prejuízos com a perda de bens; - Risco de pessoas;
Urbanização em áreas de risco de erosão e inundação: Risco para bens e pessoas	- Incremento dos prejuízos com a perda de bens; - Risco de pessoas;
Fiscalização ineficaz: Comprometimento do sistema de drenagem urbana	- Incremento dos prejuízos com a perda de bens; - Risco de pessoas;

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

4.9 Prestação dos Serviços de Manejo das Águas Pluviais na Bacia

4.9.1 Interfaces de Planejamento e Fiscalização

A presença dos recursos hídricos configurando os limites físicos intermunicipais gera uma dependência em termos de planejamento no que tange aos diferentes cenários propostos nos PMSBs, e consequentemente na Bacia do Rio Gravataí como um todo.

O Quadro 49 apresenta, para cada município, a hidrografia limítrofe e as interfaces de recebimento e descarga de recursos hídricos.

Quadro 49 - Interfaces de planejamento existente

MUNICÍPIO	HIDROGRAFIA LIMÍTROFE	INTERFACE
CACHOEIRINHA	Arroio Brigadeira com município de Canoas, Arroio Sapucaia com o município de Esteio, Rio Gravataí com o município de Porto Alegre.	Recebimento direto das águas dos Arroios Brigadeira e Sapucaia do município de Gravataí.
		Descarrega diretamente no município de Canoas, os Arroios Sapucaia, Brigadeira e Rio Gravataí.
		Descarrega diretamente no município de Cachoeirinha e Canoas, o Arroio Sapucaia.
GLORINHA	Arroio Miraguaia com município de Santo Antônio da Patrulha, Arroio do Pinto com município de Gravataí.	Recebimento direto das águas do Arroio Miraguaia do município de Santo Antônio da Patrulha.
		Descarrega diretamente no município de Gravataí, o Rio Gravataí e Arroio do Pinto.
SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA	Arroios com o município de Riozinho, Caraá, Osório, Glorinha e município de Taquara, Rio Rolante com o município de Taquara.	Recebimento direto das águas do Arroio Riozinho do município de Rolante e Rio dos Sinos do município de Taquara.
		Descarrega diretamente no município de Osório o Arroio Carvalho e Rio dos Sinos para Caraá.
GRAVATAÍ	Rio Gravataí com Viamão e Alvorada, Arroio Barnabé com Cachoeirinha, Arroio do Pinto com município de Glorinha	Recebimento direto das águas do Rio Gravataí de Glorinha e Viamão
		Descarrega diretamente no município de Canoas e Viamão o Rio dos Sinos e Arroio Águas Mortas (Brigadeira) em Cachoeirinha.
CANOAS	Arroio Brigadeira com Cachoeirinha, Rio Gravataí com Porto Alegre, Rio dos Sinos com Nova Santa Rita. Arroio Sapucaia com Esteio.	Recebimento direto das águas do Rio Gravataí de Cachoeirinha
		Descarrega diretamente no Delta do Jacuí o Rio Gravataí
PORTO ALEGRE	Arroio Feijó com Alvorada, Rio Gravataí com Canoas	Recebimento direto das águas do Rio Gravataí de Alvorada
		Descarrega diretamente no Delta do Jacuí o Rio Gravataí
VIAMÃO	Rio Gravataí com os municípios de Gravataí e Glorinha	Recebimento direto das águas do Rio Gravataí de Santo Antônio da Patrulha
		Descarrega diretamente no município de Alvorada.
ALVORADA	Arroio Feijó com Porto Alegre e Rio Gravataí com Porto Alegre	Recebimento direto das águas do Rio Gravataí de e contribuintes de Viamão
		Descarrega diretamente no município de Alvorada.

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

4.9.2 Investimentos para Universalização e Fontes de Recursos

Tratam-se de considerações importantes, haja vista a necessidade de obtenção de recursos para gestão do sistema de drenagem urbana, cujas ações de operação e manutenção são onerosas e ainda as ações estruturais costumam alcançar valores significativos.

O Quadro 50 apresenta alguns valores apresentados pelos PMSB para universalização dos serviços de manejo das águas pluviais, considerando o limite de 20 anos.

Quadro 50 - Valores previstos pelos PMSB para universalização dos serviços de águas pluviais

MUNICÍPIO	CURTO (R\$)	MÉDIO (R\$)	LONGO (R\$)	TOTAL (R\$)
Gravataí	53.866.500,00	93.912.621,00	166.240.007,00	314.019.128,00
Cachoeirinha	30.610.000,00	265.535.500,00	76.954.000,00	373.099.500,00
Glorinha	3.613.875,00	14.851.833,33	16.078.166,67	34.543.875,00
Santo Antônio da Patrulha	12.810.250,00	53.486.333,33	105.615.166,67	171.911.750,00
Viamão	111.519.721,88	41.256.945,36	62.857.850,30	215.634.517,54

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Considerando-se os valores previstos pelos PMSB para implementação das ações estruturais e não estruturais identifica-se evidente carência de recursos. As possibilidades de concretização das ações e metas dependerão em muito das disponibilidades orçamentárias governamentais ou ainda de espaços de endividamento do setor público envolvido para a obtenção de financiamentos.

No primeiro caso denomina-se de recursos não onerosos, sem custo financeiro e sem amortização (a fundo perdido) e o segundo de recursos onerosos, com amortização e juros.

- Recursos não Onerosos

Os recursos não onerosos, obtidos através de recursos fiscais dos orçamentos municipal, estadual e da União (OGU). No caso do OGU, as perspectivas são:

- Ministério das Cidades: Programa “Drenagem Urbana Sustentável”; específico para ações de drenagem urbana viabilizados pelo OGU;
 - ✓ Ponto Positivo: não tem custo para o município ou prestador;
 - ✓ Ponto Negativo: não há;
- ANA – Agência Nacional de Águas: possui programa PRODES – Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas, também conhecido como “compra de esgoto tratado”, que financia o tratamento de esgotos através de desembolso por resultados da unidade já pronta;
 - ✓ Ponto Positivo: tem custo parcial (50% do investimento) para o município ou prestador;
 - ✓ Ponto Negativo: necessidade de recursos próprios para investimento prévio;

- MIN – Ministério da Integração Nacional – tem ações de abastecimento de água, drenagem pluvial e contenção de cheias;
 - ✓ Ponto Positivo: não tem custo para o município ou prestador;
 - ✓ Ponto Negativo: são liberadas em geral por emendas parlamentares ao OGU, o que demanda negociação política bastante concorrida.
- Recursos Onerosos

Os recursos onerosos, são aqueles de origem interna (em moeda nacional) e os externos (em moeda estrangeira).

Financiamentos Nacionais:

- FGTS / CEF – Caixa Econômica Federal – Programa “Saneamento para Todos”; se aplica a mutuários públicos (Município, Estado) e privados (concessionários); as ações abrangem os quatro serviços – água, esgoto, lixo e drenagem; o custo financeiro varia entre 5 a 6% ao ano, contrapartida entre 5 a 10%, a carência é de 4 anos e a amortização varia entre 15 a 20 anos;
 - ✓ Ponto Positivo: são de fácil negociação;
 - ✓ Ponto Negativo: tem custo para o município ou prestador e depende de sua capacidade de endividamento e de pagamento;
- BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social; também se aplica a mutuários públicos e privados e ações nos quatro serviços; o custo financeiro é a TJLP - Taxa de Juros de Longo Prazo, mais remuneração de 0,9% a.a. e ainda de taxa de risco, que para a administração direta dos municípios é de 1% a.a; contrapartida de 20%;
 - ✓ Ponto positivo: são de fácil negociação;
 - ✓ Ponto Negativo: tem custo para o município ou prestador e depende de sua capacidade de endividamento e de pagamento;

Financiamentos Internacionais: em geral, trabalham com programas de grande porte e demandam preparação custosa, como por exemplo:

- BIRD – Banco Mundial: se aplica a mutuários públicos e ações nos quatro serviços; o financiamento é em dólar, o que embute risco cambial; tem custo para o município ou prestador e depende de sua capacidade de endividamento e de pagamento; pelo seu custo de transação e complexidade de negociação e o banco tem financiamento de valor mínimo.
- BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento: se aplica a mutuários públicos e ações nos quatro serviços; o financiamento é em dólar, o que embute risco cambial; tem custo para o município ou prestador e depende de sua capacidade de endividamento e de pagamento; pelo seu custo de transação e complexidade de negociação, o banco tem financiamento de valor mínimo.

O planejamento da evolução urbana e a consequente adequação da infraestrutura necessária vêm a ser critérios importantes em termos do presente estudo, haja vista a necessidade de contemplar-se as carências do sistema de drenagem, abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos, para comunidade que reside na bacia do Rio Gravataí.

4.9.3 Considerações Quanto a Eficiência dos Serviços de Drenagem Urbana

Evidentes são os problemas de alagamentos e inundações identificados entre os municípios da área em estudo.

Além de Porto Alegre que conta com o Departamento de Esgotos Pluviais – DEP, somente Canoas possui um Departamento de Esgotos Pluviais – DEP, com status de secretaria, enquanto os demais municípios distribuem a gestão do sistema de manejo das águas pluviais entre as secretarias de obras, planejamento urbano, habitação e meio ambiente.

A capital do Estado do Rio Grande do Sul, com larga experiência na gestão das águas pluviais, referência nacional sobre o tema, encaminha a implementação de uma autarquia que possa gerir de maneira mais adequada os recursos disponíveis para o manejo das águas pluviais, incluindo a implementação de cobrança de uma taxa pela prestação de serviços de drenagem, que seja proporcional a área impermeável de cada lote.

Na sua maioria os municípios da Bacia não possuem instrumentos como Plano Diretor de Drenagem.

Tais planos se existissem deveriam estar consolidados e adequados ao Plano Diretor Urbanístico, incluindo um Manual de Drenagem Urbana e um Caderno de Encargos que normatiza os estudos, projetos e obras a serem contratadas pelas Prefeituras.

De uma forma geral, identifica-se a carência de instrumentos de normatização do serviço de fiscalização e acompanhamento de projetos e obras, especificamente relacionados a gestão das águas pluviais, ou seja: os municípios não atendem os quesitos da Lei 11.445/07, que trata da fiscalização e regulação da prestação de serviços de manejo destas águas.

Normalmente as ações de manutenção e desassoreamento das redes de drenagem são realizadas por empresas terceirizadas, bem como elaboração de projetos e execução de obras de recuperação da rede existente.

A única alternativa real e em vigor atualmente para minimizar os casos de necessidade de atendimento por conta de enchentes mais severas, são os atendimentos efetuados pelos setores de Defesa Civil, bombeiros e saúde pública.

É notória a falta de participação proativa dos órgãos e secretarias que possuem atribuição da gestão do sistema de drenagem, como engrenagem de infraestrutura que compõe o espaço urbano dos municípios.

Na sua maioria, carecem de ações concretas como adoção de medidas estruturais ou não-estruturais contribuir nas ações preventivas e de emergência, visando a solução ou mitigação dos problemas oriundos dessa natureza.

O fluxo de projetos e obras dos novos empreendimentos em geral não tem um procedimento padronizado, haja vista necessidade de atender as interfaces existentes com a secretaria de obras e outras como desenvolvimento urbano, planejamento, meio ambiente, etc.

Estas interfaces indicam a necessidade de um planejamento integrado, principalmente nas questões que envolvem o desenvolvimento urbano, a fiscalização das obras, as áreas verdes, institucionais e de preservação permanente, e ainda pode-se incluir a saúde pública e educação ambiental.

Os problemas com frequentes alagamentos são evidentes na região, sendo que em alguns municípios o Ministério Público do Estado do RS tem agido intensamente para que as municipalidades adotem posturas objetivas em termos de ações concretas de planejamento, projetos e obras eficazes, para implementação de medidas definitivas para os problemas identificados (proposições dos PMSB).

Em relação à eficiência na prestação de serviços de manejo das águas pluviais pode-se afirmar que todos os municípios necessitam:

- Dificuldades de viabilizar a implantação, operação e manutenção dos sistemas, pela falta de uma "taxa de drenagem";
- Banco de Projetos conforme Plano de Drenagem;
- Definir a regulação dos serviços de gestão das águas pluviais;
- Implantação do PLHIS e integração com o Plano Diretor de Drenagem;
- Legislação municipal visando implantação de medidas de controle na fonte e redução de IPTU;
- Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento em apoio a Fiscalização;
- Elaborar Plano de Manejo das APPs e áreas verdes;
- Incrementar Plano de Educação Ambiental;
- Aquisição de equipamento e treinamento de pessoal;
- Implantar o sistema de esgotamento tipo "Separador Absoluto";
- Planejar de Maneira Integrada as Ações em Recursos Hídricos, otimizando investimentos.

Em relação ao Sistema de Proteção Contra Cheias, os municípios de Canoas, Porto Alegre, Cachoeirinha e Alvorada necessitam estabelecer melhores condições de segurança, haja vista que as estruturas implantadas de diques têm aproximadamente 50 anos, e necessitam de manutenção e reconformação de taludes, remoção de habitações, reformas nas casas de bombas e implantação de sistemas autônomos de geração de energia.

Com exceção de Porto Alegre, os demais municípios não possuem um cadastro topográfico informatizado do sistema de drenagem como um todo. Sem conhecer a rede existente de fato, não se pode realizar um diagnóstico adequado, e propor medidas de melhoria.

A PMPOA está estudando alternativa para transformar o DEP, com atual status de secretaria, em uma autarquia, para viabilizar a utilização direta dos recursos disponíveis para a gestão das águas pluviais acaba sendo dificultada.

Outras ações em implementação pela PMPOA são: a contratação de uma agência reguladora, e também de consultoria para estudar a implantação de uma tarifa de drenagem, em função da área impermeável de cada lote, incentivo de construção de estruturas de controle na fonte, entre outros.

As interfaces existentes entre os municípios limítrofes, ou seja, que coabitam a mesma bacia, unidade de planejamento em recursos hídricos, devem considerar a necessidade de definir de maneira conjunta os usos e ocupações previstas pelos Planos Diretores Urbanísticos, consolidando em forma de legislação, a saber:

- Cachoeirinha: Arroio Brigadeira (Canoas), Arroio Sapucaia (Esteio);
- Glorinha: Arroio Miraguaia (Santo Antônio da Patrulha), Arroio do Pinto (Gravataí);
- Gravataí: Arroio Barnabé (Cachoeirinha), Arroio do Pinto (Glorinha);
- Canoas: Arroio Brigadeira (Cachoeirinha);
- Porto Alegre: Arroio Feijó (Alvorada);
- Alvorada: Arroio Feijó (Porto Alegre).

5 ESTIAGENS, DEMANDA E DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Para entendimento das questões relacionadas à disponibilidade hídrica (vazão regularizada) e as demandas existentes na bacia do Rio Gravataí apresentam-se, inicialmente, as características de arranjo dos sistemas de abastecimento de água incluindo-se aí, algumas considerações quanto a localização destas captações e os estudos em andamento pelas prestadoras de serviço (CORSAN e DMAE), agricultura e demais usos.

A consequente disponibilidade hídrica deve ser determinada em função das vazões regularizadas, considerando o cenário atual, haja vista a presença de reservatórios, conforme identificado pelo PRH-GRV, estudo concluído e aprovado pelo Comitê de Bacia, bem como outras fontes citadas na sequência.

Na sequência apresentam-se as demandas quantitativas das projeções de consumo, seja para o abastecimento público, como agropecuária e demais usos; agrega-se uma breve análise do regime de precipitação na área de abrangência, os volumes de armazenamento existentes e alternativas para regularização de vazão já estudadas.

O capítulo conclui abordando a disponibilidade hídrica versus demanda na bacia do Rio Gravataí, considerando todos os aspectos apresentados anteriormente.

5.1 Sistemas de Abastecimento de Água Existentes

Na sequência apresentam-se as principais características dos Sistemas de Abastecimento de Água - SAA que alimentam os municípios que compõem a bacia do Rio Gravataí.

Embora o Termo de Referência - TR que estabelece as diretrizes para elaboração do presente estudo não faça menção desta abordagem, acredita-se ser de fundamental importância, haja vista que é escopo específico, a solução para os problemas de estiagem na referida bacia. Assim apresentam-se as estruturas e o funcionamento dos SAA, principalmente em se tratando das captações para atendimento das demandas urbanas.

Posteriormente, em outro capítulo, serão abordadas as questões relativas às demandas totais na bacia, incluindo outros usos consuntivos. Os SAA na bacia em estudo são operados pela Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), com exceção de Porto Alegre que tem o Departamento Municipal de Águas e Esgotos (DMAE) como operador do sistema.

É comum a integração de SAA em áreas conurbadas. Na parte de jusante da bacia do Gravataí, de maior adensamento populacional a CORSAN opera: Sistema Integrado Alvorada e Viamão – SIAV, o Sistema Integrado Cachoeirinha e Gravataí – SIGRAC e o Sistema Integrado Canoas, Esteio e Sapucaia do Sul – SICES.

Esta integração viabiliza a prestação de serviços em termos operacionais e de disponibilidade hídrica para captação, já que os conflitos de uso, principalmente em épocas de estiagens prolongadas são evidentes.

Por outro lado, alguns riscos relacionados a inundações impactam as populações abastecidas por esses sistemas. Observou-se, por exemplo, na cheia de julho de 2015, a interrupção dos sistemas de abastecimento de água durante quatro dias por risco iminente de inundação das casas de bombas.

Como forma de compensação, a AGERGS obrigou a CORSAN através da Resolução Decisória 136/2015, a conceder desconto entre 10% a 30% sobre o total da fatura a todos os consumidores de Alvorada e Viamão, e aos consumidores de Cachoeirinha e Gravataí que ficaram sem água no período.

Considerando-se apenas Alvorada e Viamão, o desconto aplica-se a mais 100.000 ramais e 128.000 economias.

A falta de energia elétrica também é uma questão crítica. Como exemplo, pode-se citar a tempestade de 29/1/2016 que provocou a interrupção de captações em Canoas por mais de 12 horas.

A questão da qualidade da água na captação também é preocupante. Como exemplo, em novembro de 2016, análises da captação da cervejaria Heineken, repassadas ao Comitê Gravathay, detectavam "uma piora novamente na qualidade da água do rio, com aumento de turbidez e cor".

A Figura 141 apresenta os pontos de ligação de água nos sistemas integrados, bem como a localização das captações e das estações de tratamento de água (ETA).

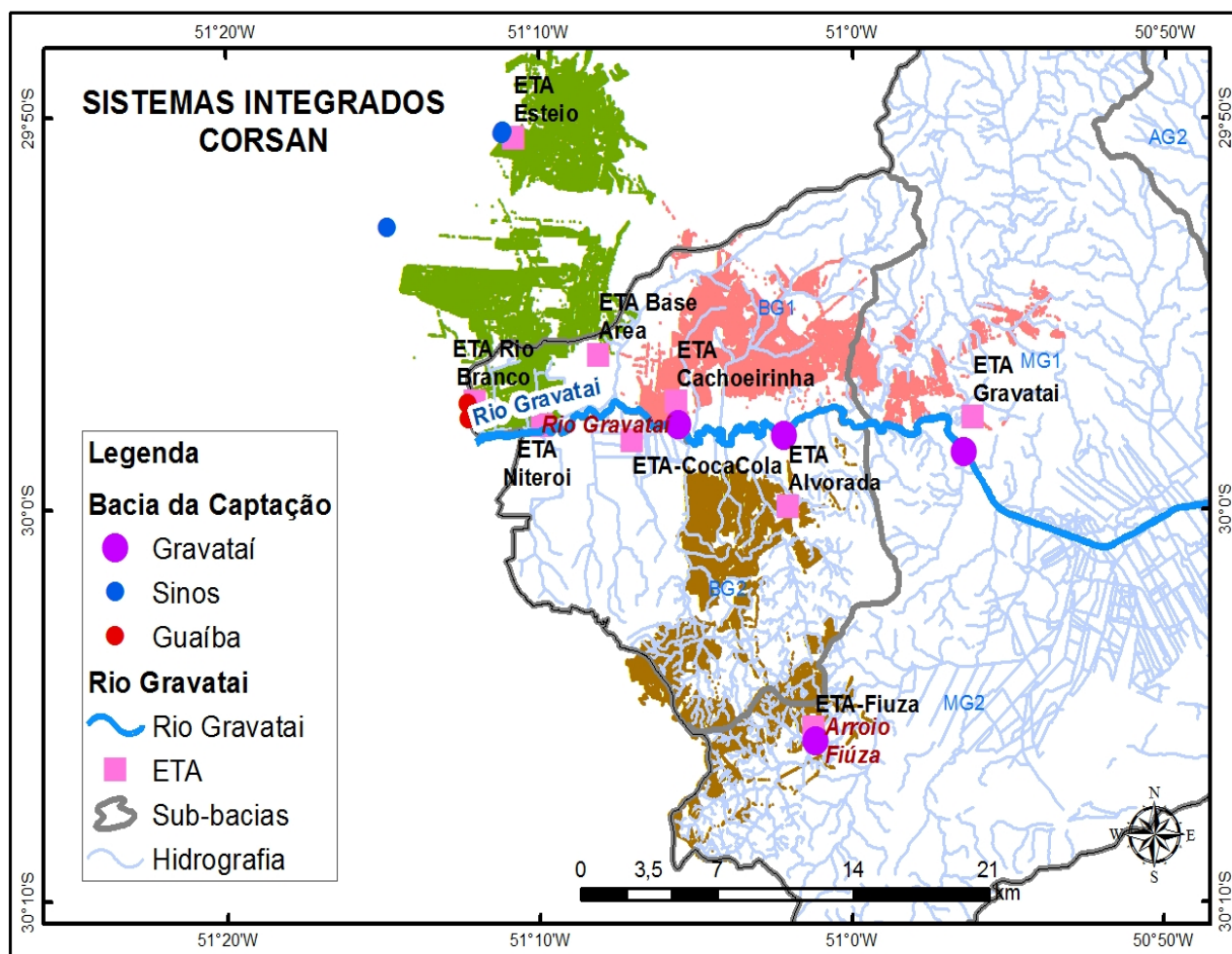


Figura 141 - Figura das captações e ETAs dos SAA integrados
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Em alguns casos, são realizadas transposições de outras bacias para o Rio Gravataí, ou seja, as captações dos seguintes municípios ocorrem nos respectivos mananciais:

- Santo Antônio da Patrulha: Rio dos Sinos;
- Sistema Integrado Alvorada e Viamão – SIAV: Lago Guaíba;
- Sistema Integrado Cachoeirinha e Gravataí – SIGRAC: Arroio das Garças;
- Sistema Integrado Canoas, Esteio e Sapucaia do Sul – SICES: Rio dos Sinos e Arroio das Garças;
- Porto Alegre: Lago Guaíba.

Assim, de certa forma, a transposição de outras bacias para os SAA das áreas urbanizadas na bacia do Rio Gravataí, acaba contribuindo positivamente para o balanço hídrico, no quesito quantidade, embora saiba-se que o retorno do efluente cloacal (em torno de 80%), sem o devido tratamento, degrada o recurso hídrico em termos de qualidade, principalmente pelo incremento da carga orgânica e consequente aumento de DBO.

Por conta das transposições a CORSAN acaba operando apenas 5 captações de água na Bacia do Rio Gravataí, sendo 2 no SIGRAC, 2 no SIAV e 1 em Glorinha.

O Quadro 51 apresenta as captações na Bacia do Rio Gravataí e os dados das respectivas outorgas emitidas pelo Departamento de Recursos Hídricos (DRH) da SEMA-RS.

Quadro 51 - Outorgas de captação de água para abastecimento humano na Bacia

Município da captação	Manancial da captação	Cota (m)	Vazão outorgada atual (m3/s)	Portaria DRH Atual n.º	Vazão outorgada anterior (m3/s)	Portaria DRH Anterior n.º	Enquadramento atual
Alvorada	Rio Gravataí	75	1,35	48/2016	1,35	167/2004	Classe 4
Cachoeirinha	Rio Gravataí	18	0,25	37/2016	0,83	231/2006	Classe 4
Glorinha	Arroio Passo do Portão	41	0,014	700/2004			
Gravataí	Rio Gravataí	18	0,75	1224/2015	0,365	663/2004	Classe 3
Viamão	Arroio Fiúza	22	0,081	662/2004			

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Observa-se que na renovação de outorgas, reduziu-se significativamente a vazão da captação de Cachoeirinha, enquanto que a vazão da captação do município de Gravataí, que possui qualidade de água bruta melhor, foi praticamente duplicada.

O abastecimento através de poços tubulares perfurados pela CORSAN, conforme cadastro do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), mantido pela CPRM, ocorre apenas no município de Santo Antônio de Patrulha, que possui 14 poços com situação de "Bombeando".

A Figura 142 apresenta as captações da CORSAN na Bacia do Gravataí na situação do enquadramento atual do Rio Gravataí e os poços em operação.

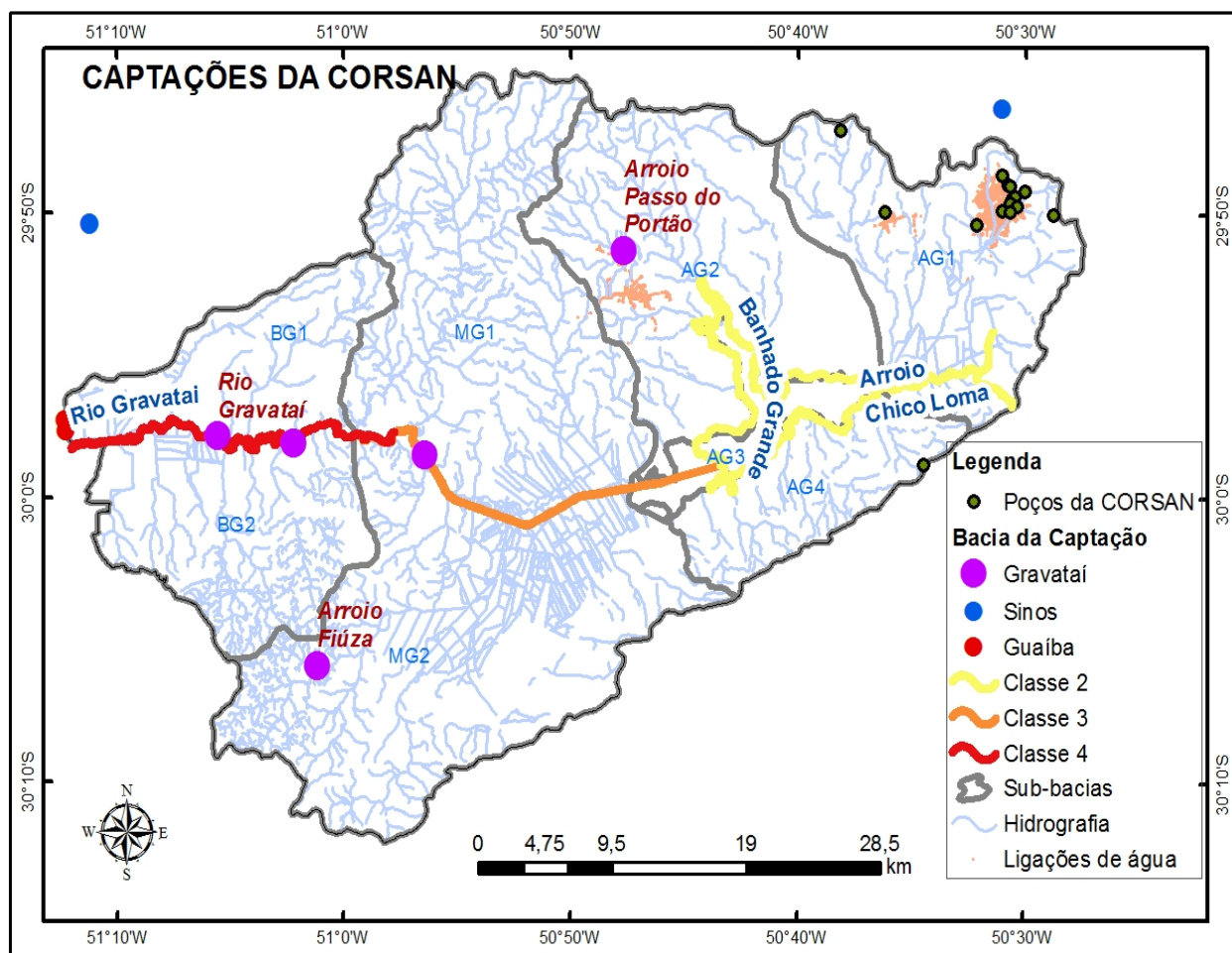


Figura 142 - Captações e poços da CORSAN
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

5.1.1 Sistema Integrado Alvorada e Viamão - SIAV

O SIAV conta com três captações e ETAs: Fiúza em Viamão, Alvorada e do Lami. A captação para a ETA Fiúza é realizada no arroio Fiúza. Já a ETA Alvorada pode ser atendida por até três captações: no Rio Gravataí em Alvorada, nas lagoas em Cachoeirinha e no Arroio das Garças, em Canoas.

A captação nas lagoas em Cachoeirinha e no Arroio das Garças são utilizadas somente em situações de contingência, como, por exemplo, na estiagem do Rio Gravataí.

A Figura 143 apresenta a interligação das adutoras de água bruta que possibilitam o abastecimento da ETA Alvorada.

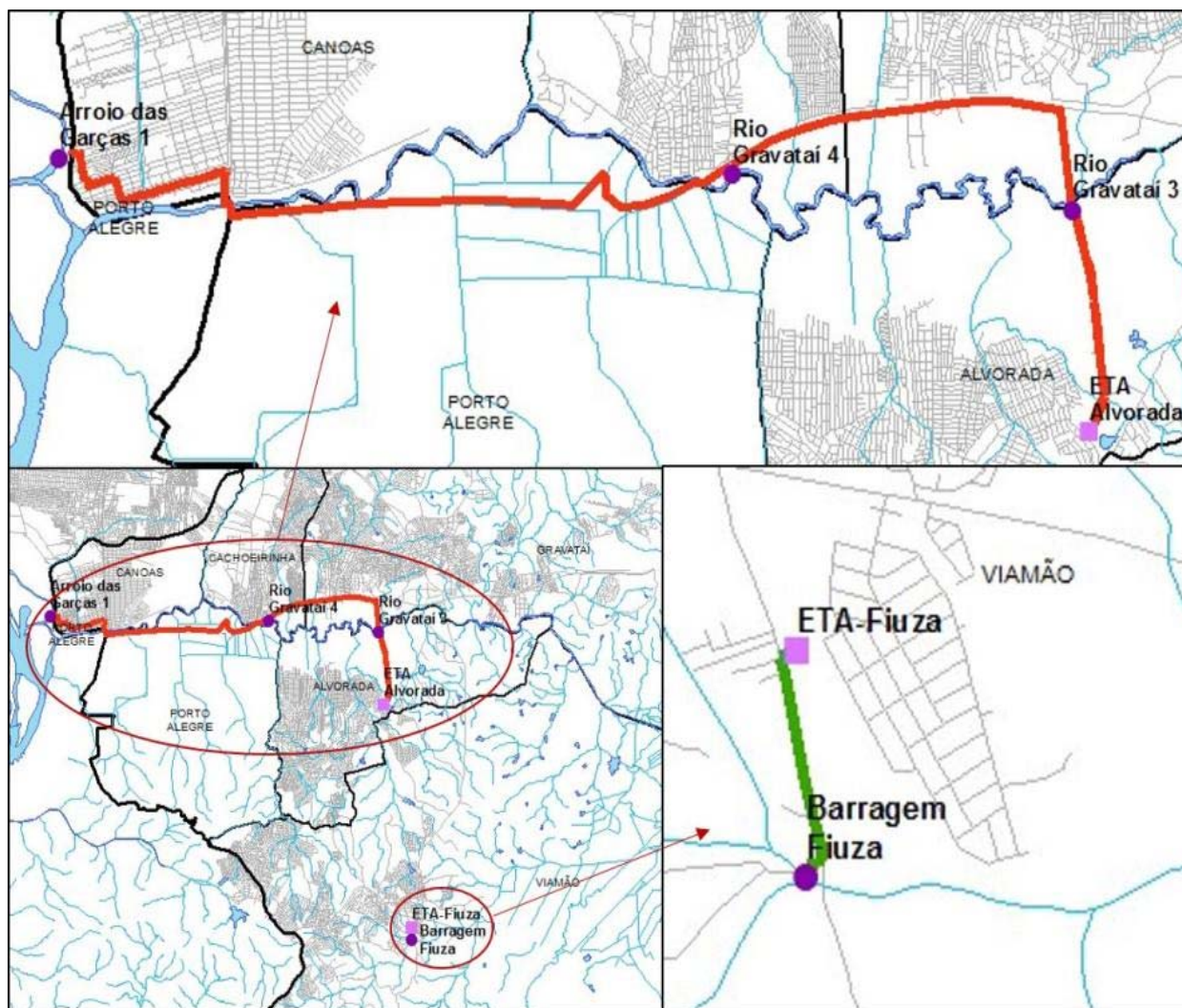


Figura 143 - ETA Alvorada, adutoras de água bruta e suas captações
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

O PMSB/2013 de Alvorada conclui:

- As captações existentes no sistema do SIAV (Rio Gravataí e Arroio das Garças) apresentam contaminação dos mananciais em maior ou menor grau, conforme análises da CORSAN;
- As ETAs de Alvorada e Viamão carecem de uma infraestrutura que garanta uma melhor manutenção nas unidades do sistema, operando no limite de suas capacidades nominais.
- As redes de distribuição de água carecem de manutenção e substituição da rede existente em fibrocimento.
- Necessidade de ampliação da micromedição e implantação da macromedição no sistema existente já que o índice de perdas é considerado elevado para o sistema.
- Necessidade de aumento da capacidade de reservação, com capacidade mínima instalada de 7.000 m³, até final de plano. “

E em relação ao manancial Rio Gravataí aponta:

“...O Rio Gravataí, tremendamente agredido ambientalmente pelos diversos usos impostos pelo homem, tem reduzido o volume de água disponível para captação de água bruta e devido a poluição, vem aumentando os custos de tratamento. Nos últimos anos o SIAV tem contado com o reforço de água bruta do Arroio das Garças, em Canoas, para suprir a deficiência cíclica do Rio Gravataí, principalmente em períodos de estiagem.

... A Concessionária contratou estudo de concepção que constatou como melhor opção para captação, utilizar a água do Lago Guaíba, a partir da região do Lami em Porto Alegre.

... Este estudo de concepção envolve o desligamento gradual das duas ETAs atualmente em funcionamento.

....O índice de perdas do sistema é muito alto e o valor perdido pela Concessionária é praticamente idêntico ao valor obtido como faturamento líquido, no exercício 2013.

....O Município de Viamão e especialmente a Unidade de Planejamento Sede tem sofrido uma grande expansão da ocupação humana. A universalização do acesso ao sistema de abastecimento de água interligado ao de Alvorada tem sido dificultada pelo número de ocupações irregulares...”

5.1.2 Sistema Integrado Cachoeirinha e Gravataí - SIGRAC

O SIGRAC conta com duas captações e ETAs: a captação no Rio Gravataí, que abastece o município de mesmo nome em ETA própria, e a captação no Arroio das Garças, que é tratada na ETA de Cachoeirinha e abastece este município e complementa parte de Gravataí.

A Figura 144 apresenta, esquematicamente, as captações e ETAs do SIGRAC e os sistemas de cada município de maneira segmentada.

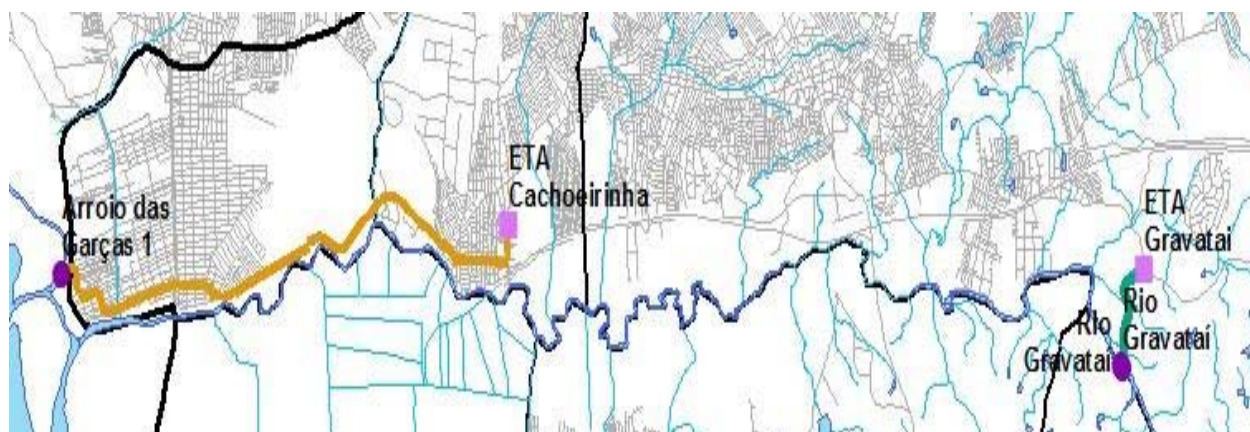


Figura 144 - ETAs Cachoeirinha e Gravataí, adutoras de água bruta e suas captações
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

O PMSB de Cachoeirinha não é conclusivo em relação a algumas questões do abastecimento de água, diferente do PMSB de Gravataí, que apresenta as seguintes conclusões:

- O sistema trabalha no limite, os mananciais são escassos e a demanda crescente, a rede de distribuição apresenta problemas e a reservação também tem deficiências.
- O Rio Gravataí apresenta conflitos de uso, que aliados a períodos de seca, coloca em risco o abastecimento público.
- O Arroio das Garças embora apresente qualidade da água comprometida com efluentes cloacais sem o devido tratamento, não sofre de problemas de disponibilidade hídrica;
- A ETA de Gravataí conta com boa estrutura física e operacional, possui área para expandir, podendo dobrar sua capacidade, porém, apresenta limitação na disponibilidade hídrica;
- A ETA de Cachoeirinha, que fornece cerca da metade de sua produção para Gravataí, não tem espaço para expansão;
- A rede de distribuição tem sido ampliada em função da expansão horizontal do município, tendo como principais problemas a pressurização e o elevado índice de perdas, em torno de 50,0%;
- Recentes investimentos em adução direta da ETA Gravataí para a região da GM reduziram problemas de distribuição, o que indica que outras ações desta se fazem necessárias.

5.1.3 Sistema Integrado Canoas, Esteio e Sapucaia do Sul - SICES

O SICES conta com duas captações e ETAs: a captação no Arroio das Garças (para a ETA Rio Branco) e outra no Rio dos Sinos (ETA Esteio), conforme Figura 145 a seguir:

Os PMSB de Esteio e Sapucaia do Sul não são conclusivos em relação a algumas questões do abastecimento de água, diferente do PLAMSAB de Canoas que destaca:

- Por estar conectado ao Delta do Jacuí, o manancial que abastece Canoas não apresenta problemas de disponibilidade hídrica;
- Os mananciais (Rio dos Sinos e Arroio das Garças) apresentam problemas significativos em relação a qualidade da água:
 - ✓ Elevada turbidez;
 - ✓ Floração de algas (problemas de odor e sabor e encurtam as carreiras de filtração);
 - ✓ Riscos de contaminação (comprometimento com esgotos cloacais, industriais e metais pesados).
- Presença do mexilhão dourado gera complicações nas instalações e diminuição da seção dos tubos.
- Captação junto à EBA 3 tem localização suscetível a colisões de pequenas embarcações.

- As unidades de adução de água bruta e tratamento são compatíveis com as estruturas previstas;
- A ETA Rio Branco tem capacidade para aumento de produção, futuramente não dependendo do sistema de Esteio e da ETA da Base, sendo indispensável readequação nas adutoras;
- Necessidade de reorganização espacial dos setores de distribuição, em função da capacidade dos reservatórios existentes e a serem implantados;

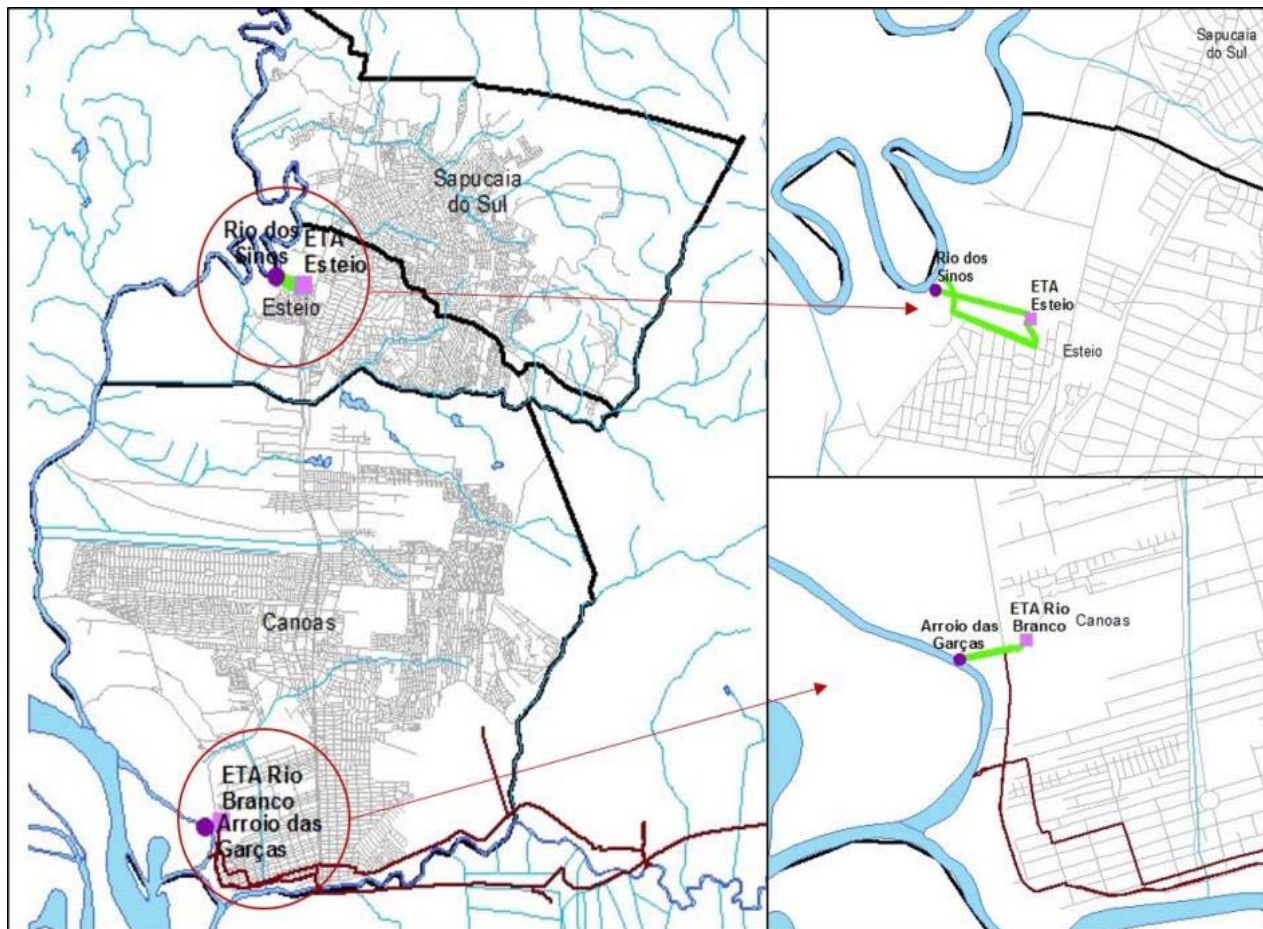


Figura 145 - ETAs Rio Branco e Esteio, adutoras de água bruta e suas captações
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

O sistema de captação e tratamento localizado no Rio dos Sinos, em Esteio, para incremento da vazão de abastecimento do SICES não interfere no abastecimento do SIGRAC.

5.1.4 Sistema de Água de Santo Antonio da Patrulha

O sistema de abastecimento de água da CORSAN atende exclusivamente a sede do município de Santo Antônio da Patrulha. A água consumida pela população do município é captada no Rio dos Sinos e tratada na única ETA existente.

A Figura 146, obtida do Atlas de Abastecimento Urbano de água da ANA, apresenta o fluxo do sistema de abastecimento de água do município, que ainda é mantido.

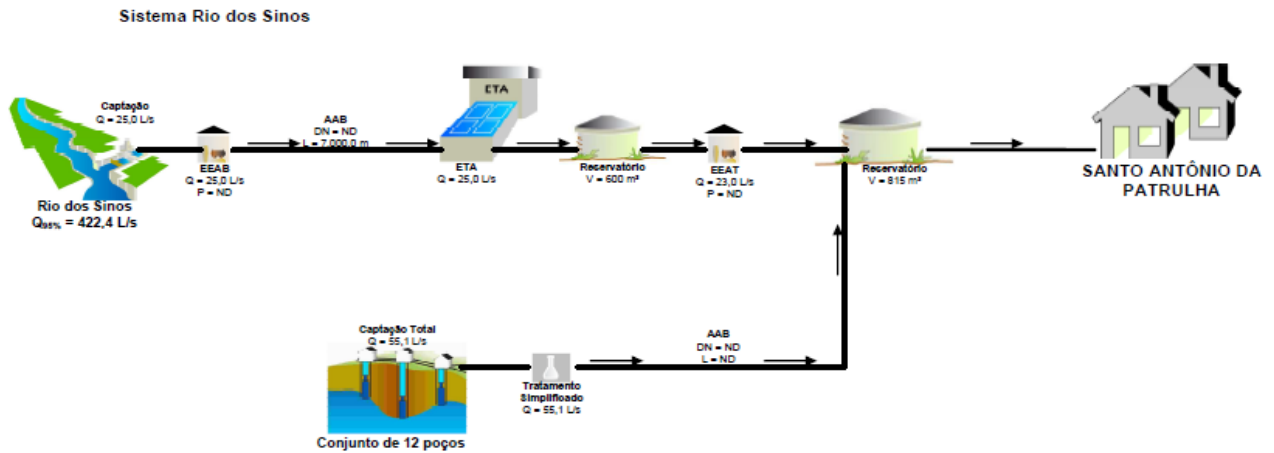


Figura 146 - Croqui do SAA de Santo Antonio da Patrulha
Fonte: Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água, ANA

O número de poços em operação varia ao longo do tempo, conforme a fonte consultada verificou-se cadastros entre 12 e 14 poços. Segundo o Atlas, a participação dos poços no abastecimento do município é de 69%, enquanto que o atendimento da ETA é de 31%.

A captação no rio dos Sinos, na localidade de Monjolo, tem vazão total de 25 l/s e a demanda complementar é atendida, segunda a CORSAN, através de 13 poços profundos, conforme apresentado pelo Quadro 52.

Quadro 52 - Produção dos poços profundos existentes

POÇO	PRODUÇÃO (m³/h)
SA-01	108,96
SA-02	169,20
SA-11	126,48
SA-12	326,52
SA-13	107,04
SA-14	254,04
SA-15	192,00
SA-16	66,72
SA-17	46,92
SA-18	97,32
SA-24	77,88
SA-25	76,08
SA-29	46,60
Total	1.695,76

(Fonte: CORSAN)

O tratamento da água bruta é processado na ETA tipo "Compacta Metálica" com capacidade para 25 l/s. Para a água captada nos poços profundos, os equipamentos de tratamento estão instalados individualmente nos poços e contam com sistema de cloração e fluoração.

De acordo com dados do SNIS 2011, o consumo per capita diário do município é em média de 141,2 l/hab, e o município apresenta 29,9 % de perdas de faturamento e 21,8 % de perdas de distribuição sendo o seu índice de hidrometração é de 97 %.

O PMSB informa que estavam previstos investimentos no SAA: na captação, adequação da elevatória de água bruta, ampliação da produção para 60 l/s, tratamento do lodo da ETA, reservação e distribuição.

5.1.5 Sistema de Água de Glorinha

A água é captada no Arroio Passo do Portão e submetida a tratamento convencional na ETA Glorinha com vazão nominal de 12 l/s, sendo distribuída para a área urbana através de reservatórios que totalizam 170 m³.

A Figura 147 apresenta o croqui do SAA da zona urbana do município.

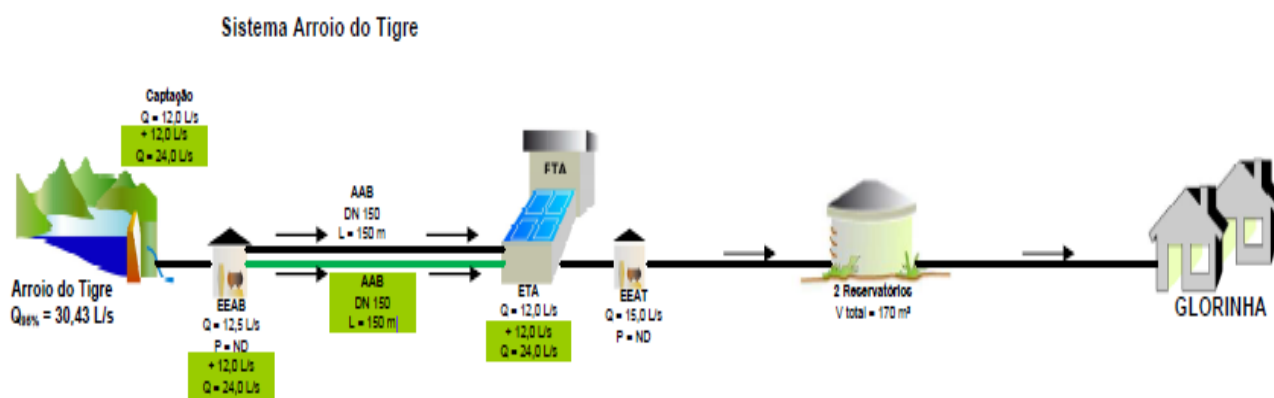


Figura 147 - Croqui do SAA de Glorinha
Fonte: Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água, ANA

O PMSB informa que estavam previstos investimentos no SAA para as obras de reforma da barragem, adequação da captação, elevatória de água bruta, ampliação da ETA e tratamento do lodo.

Identifica ainda a necessidade de que seja previsto abastecimento de água para a área rural, bem como de esgotamento sanitário.

Conforme o Atlas de Abastecimento Urbano de Água, encontra-se em projeto a duplicação de todo o sistema de produção (em verde na Figura 147).

De acordo com dados do SNIS 2011, o consumo per capita diário do município é em média de 243,5 l/hab, e apresenta 14,1% de perdas de faturamento e 1,2% de perdas de distribuição, e um índice de hidrometração de 96,4%.

5.1.6 Sistema de Água de Porto Alegre

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico da cidade de Porto Alegre, RS, o abastecimento na capital conta com seis sistemas de abastecimento, conforme mostrado na Figura 148.

São eles:

- Moinhos de Vento;
- São João;
- Menino Deus;
- Belém Novo;
- Ilha da Pintada;
- Tristeza.

Até o ano de 2012 a cidade contava ainda com o sistema Lomba do Sabão, mas em 2013 a ETA Lomba do Sabão foi desativada e as áreas até então abastecidas por este sistema foram absorvidas pelo Sistema Menino Deus (nas áreas próximas a Av. Bento Gonçalves) e pelo Sistema Belém Novo.

Porto Alegre possui uma área urbana de praticamente 500 km², dos quais 221 km² são abrangidos pelo SAA. Segundo o PMSA (2013) a cidade dispõe de 6 ETAs, que quais produzem 6.197 l/s.

As perdas de água são de 16,95% na rede de distribuição que contempla 681.157 economias atendidas com rede de água. A média de consumo das economias é de 13 m³/mês e de 144 L/dia/pessoa.

No geral o sistema de Porto Alegre, conta com 90 EBA de Água Tratada, 6 EBA de Água Bruta, 101 reservatórios, 4.095 km de redes e um volume de reservação de 200.009 m³, conforme o relatório Dados Gerais - Edição 2016, publicado pelo DMAE.

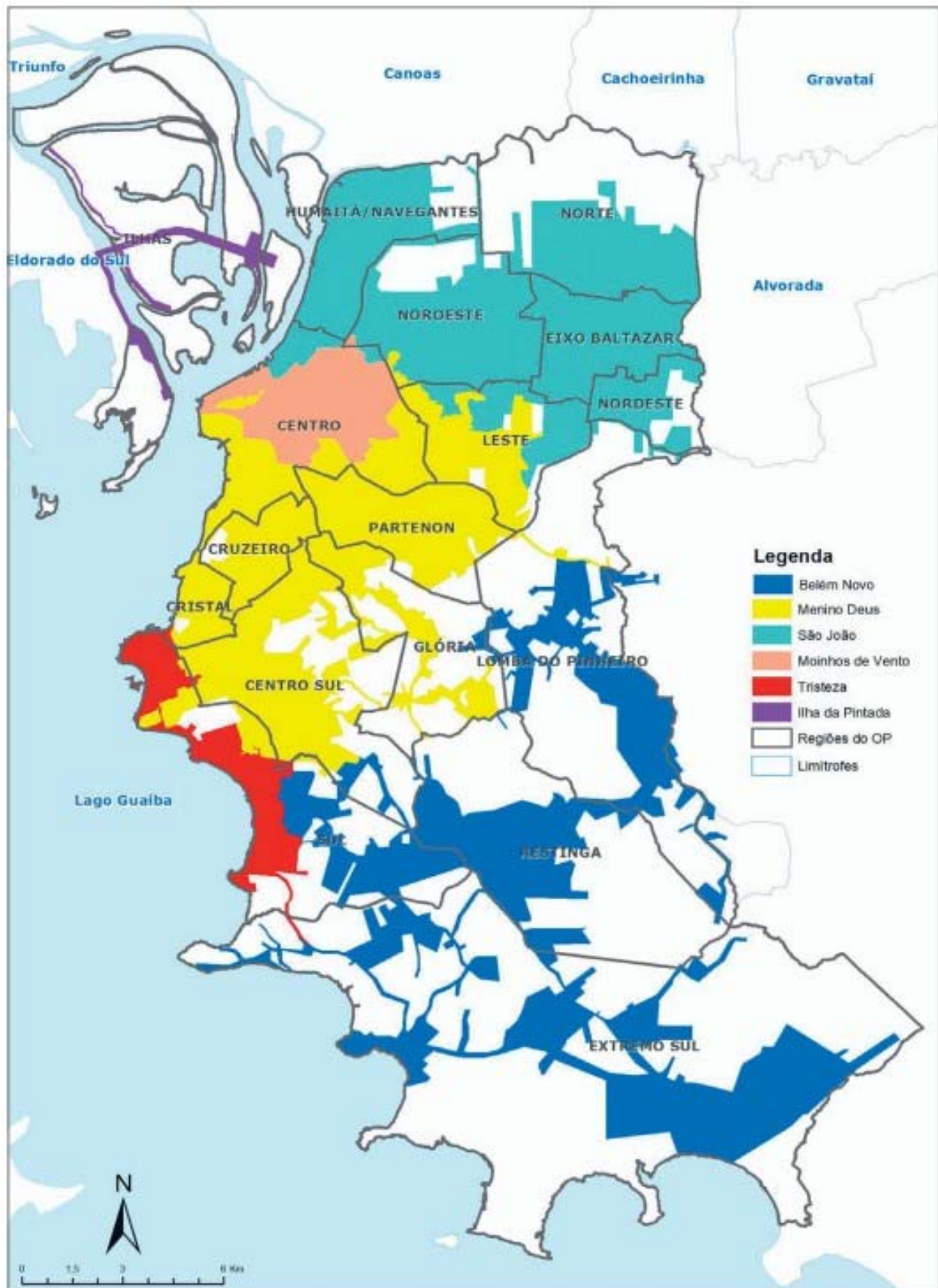


Figura 148 - Sistemas de abastecimento e Regiões do orçamento participativo
(Fonte: PMSA Porto Alegre, 2015)

Os seis sistemas de abastecimento de Porto Alegre, subdividem-se em 111 subsistemas. Os sistemas Moinhos de Vento, São João, Menino Deus, Belém Novo e Tristeza captam água no Lago Guaíba, em quatro diferentes pontos, sendo que os Sistemas Moinhos de Vento e São João possuem uma única captação, e o Sistema Ilha da Pintada tem sua captação junto ao braço direito do Rio Jacuí.

Cada Estação de Tratamento de Água (ETA) constitui um sistema de abastecimento independente.

O Quadro 53 apresenta os SAA de Porto Alegre, seus locais de captação e número de subsistemas de cada um, bem como o número de reservatórios.

Quadro 53 - Sistemas de abastecimento da capital Porto Alegre e Locais de captação

SISTEMA	Nº SUBSISTEMAS	LOCAL DE CAPTAÇÃO	Nº ELEVATÓRIAS	Nº RESERVATÓRIOS
Moinhos de Vento	3	Lago Guaíba	3	4
São João	15	Lago Guaíba	15	14
Menino Deus	62	Lago Guaíba	47	55
Belém Novo	23	Lago Guaíba	19	13
Ilha da Pintada	2	Guaíba / Jacuí	3	2
Tristeza	6	Lago Guaíba	6	7
Totais:	111		93	95

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

A porção de Porto Alegre que está incluída na Bacia do Rio Gravataí é praticamente abastecida totalmente pelo Sistema São João, conforme apresentado na Figura 149.

O referido sistema abastece em mais de 80% os bairros: Vila Ipiranga, São Geraldo, Cristo Redentor, Jardim Lindoia, Navegantes, São Sebastião, Passo da Areia, Santa Maria Goretti, Farrapos, Humaitá, Rubem Berta, Higienópolis, Sarandi, Anchieta, Jardim Floresta, Vila Jardim, Boa Vista, Marcílio Dias e em menores áreas os bairros, Mário Quintana, Jardim Itú-Sabará, Jardim São Pedro, Floresta, São João, Chácara das Pedras, Auxiliadora, Três Figueiras, Jardim Carvalho e Centro Histórico.

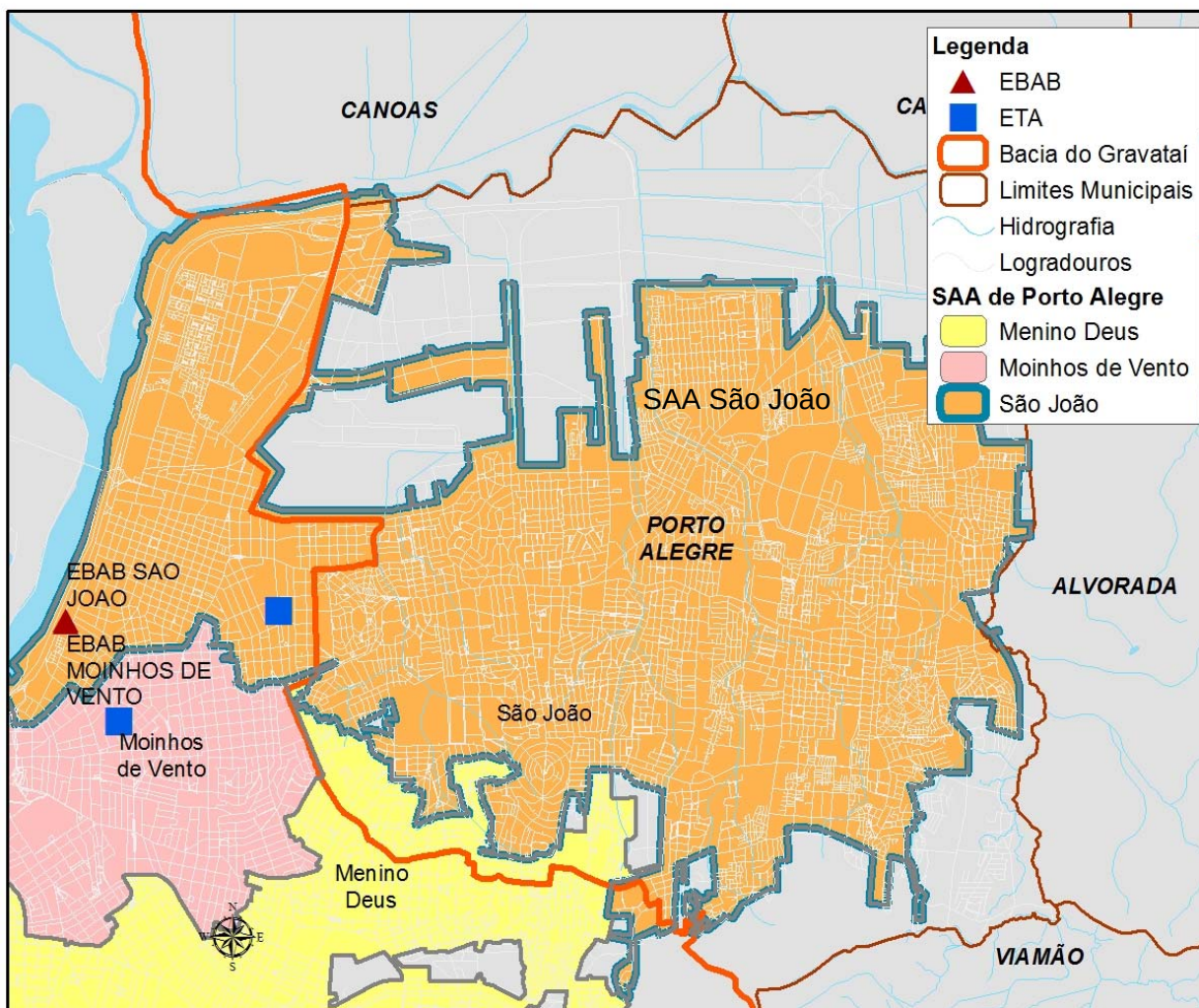


Figura 149 - Sistema de abastecimento São João
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

A região atendida pelo Sistema São João, possuía 451.807 habitantes (IBGE/2010), com uma estimativa de crescimento de 32,06% até o ano de 2035, quando atingiria 520.919 habitantes.

Trata-se do segundo maior SAA da capital (27,9% da produção, atendendo a 32% da população).

A ETA localiza-se no bairro Higienópolis, realiza a captação na superfície do Lago Guaíba em conjunto com o Sistema Moinhos de Vento, através de galerias e tubulações em concreto, com extensão de 218 m. Possui capacidade de reservação de 15.000 m³.

A EBAB São João foi construída no ano de 2000 e está localizada na Rua Voluntários da Pátria, 2100, com vazão máxima de 2.600 l/s.

Trata-se de uma das 3 estações de bombeamento de grande porte de Porto Alegre, junto com a EBAB Menino Deus (3.000 l/s) e a EBAB Moinhos de Vento (2.000 l/s).

De maneira geral, segundo o PMSA de Porto Alegre, o Sistema São João está adequado às atuais e futuras demandas, necessitando das seguintes adequações pontuais:

- Construção de um novo canal de captação de água bruta;
- Substituição dos inversores de frequência da EBAB;
- Realização de estudos e intervenções na adutora DN 1000 para que possa operar com a vazão esperada;
- Recuperação da área dos tanques de sulfato de alumínio, transformando-as em bacia de contenção para tanques cilíndricos de armazenamento de PAC;
- Recuperação da câmara de mistura e reservatório de água tratada com construção de chicanas;
- Reforma de dois superpulsator;
- Construção do sistema de alcalinização hidróxido de sódio;
- Sistema de destinação dos lodos para fins de tratamento;
- Recuperação dos reservatórios de lavagem dos filtros.

5.1.7 Considerações quanto aos SAA na Bacia do Rio Gravataí

Conforme apresentado anteriormente, apenas os SAA de Glorinha, Gravataí, Alvorada e Viamão realizam captação de água bruta para abastecimento público na bacia do Rio Gravataí. Todos eles requerem ampliação da capacidade de captação.

O Município de Gravataí, que integra o SIGRAC, juntamente com Cachoeirinha, está elaborando um estudo de concepção para definir a melhor alternativa para captação de água bruta para SAA, através de consultoria contratada pela CORSAN.

Caso seja ampliada a captação no Arroio das Garças para captação de água bruta para o SIGRAC, o problema recai sobre a capacidade de tratamento, já que no caso de Cachoeirinha, a ETA apresenta restrições de espaço para ampliação.

O SIAV teve recente solução de captação implantada, através da transposição da bacia do Lago Guaíba, já que a vazão oriunda do Rio Gravataí apresenta deficiência em quantidade e comprometimento da qualidade, principalmente por cargas orgânicas.

Canoas pode ampliar sua captação e tratamento, já que não enfrenta problemas de disponibilidade hídrica, por se localizar junto ao Delta do Jacuí.

A limitação que se identifica, refere-se ao comprometimento da qualidade da água, seja por efluentes domésticos, industriais ou metais pesados.

Tanto os sistemas integrados de abastecimento de água (SIGRAC, SIAV e SICES) como os sistemas municipais, vêm apresentando problemas de atendimento, seja por carências no sistema de captação e produção (principalmente no SIGRAC e SIAV), seja em relação aos sistemas de distribuição e reservação.

As redes localizadas em áreas de ocupação mais antigas carecem de substituição, tanto por materiais mais modernos (eliminação de redes de fibrocimento), como por adequação operacional ao planejamento de setorização e otimização operacional.

O Quadro 54 apresenta em resumo os principais aspectos listados anteriormente, onde se detém nos temas atinentes ao presente estudo, qual seja de disponibilidade hídrica na bacia do Rio Gravataí.

Quadro 54 - Considerações quanto às Captações dos SAA dos municípios que compõem a Bacia

MUNICÍPIO	CAPTAÇÃO NA BACIA	SOLUÇÃO POR TRANSPOSIÇÃO	TIPO DE SOLUÇÃO PROPOSTA
ALVORADA	Sim	Sim	Captação no Lago Guaíba
CACHOEIRINHA	Não	Sim	Captação Arroio das Garças
CANOAS	Não	Sim	Captação Arroio das Garças
GLORINHA	Sim	Não aplicável	Duplicação da captação
GRAVATAÍ	Sim	Em estudo pela CORSAN	Não definido
PORTO ALEGRE	Não	Sim	Captação no Lago Guaíba
SANTO ANT. DA PATRULHA	Não	Sim	Rio dos Sinos e Poços
VIAMÃO	Sim	Sim	Captação no Lago Guaíba

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

5.2 Demandas para Abastecimento Público

Conforme apresentado anteriormente as captações dos SAA de Canoas, Porto Alegre, Viamão, Alvorada, Gravataí, Santo Antônio da Patrulha e Cachoeirinha são realizadas total ou parcialmente fora da bacia em estudo.

Assim a definição da demanda real para os SAA deve acompanhar a concepção dos sistemas atuais e futuros, haja vista a recente implantação de adutora de água bruta para abastecimento do SIAV que pode definir com uma ampliação futura o fechamento da captação no Gravataí.

Atualmente, Santo Antônio da Patrulha, Canoas, Porto Alegre e Cachoeirinha não dependem de captação direta ou indireta do Rio Gravataí; Alvorada, Viamão e Gravataí dependem em parte. Somente Glorinha, tem uma demanda para 2035 de uma captação modesta de 14,4 l/s.

A título de comparação apresenta-se no Quadro 55 a projeção populacional para os municípios em estudo, acompanhada da projeção de demanda de água potável.

O estudo elaborado pelo Consórcio SANEOP, recomenda um consumo per capita de 143,3 l/hab.dia.

Quadro 55 - Projeção populacional e demanda - Estudo de concepção - Consórcio SANEOS

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO 2010 (IBGE)	POPULAÇÃO 2015 (ESTIMADA)	DEMANDA 2015 PRH-GRV (l/s)	POPULAÇÃO 2035 (PMSB)	DEMANDA 2035 PROJETADA (l/s)
Alvorada	195.673	206.561	-	-	-
Cachoeirinha *	118.278	125.975	208,80	139.724	231,70
Canoas *	323.827	341.343	562,80	363.979	603,70
Glorinha *	6.891	7.518	12,60	8.678	14,40
Gravataí **	255.660	272.257	464,90	389.312	645,70
Porto Alegre	1.409.351	1.476.867	6.197,00	1.589.907	-
St.º.Antonio da Patrulha *	39.685	41.977	69,30	45.446	75,40
Viamão ***	239.384	251.978	406,80	261.040	433,00
Totais:	2.588.749	2.724.476	7.922	2.798.086	2.003,90

(Fonte: * PMSB - PRÓSNOS / 2014, ** PMSB - PMG / 2014, *** PMSB - PMV / 2014)

Já o PRH-GRV/2012, estudo referencial para este trabalho, apresenta valores de demanda e consumo urbano, relacionando às unidades de planejamento, quais sejam as sub-bacias, conforme o Quadro 56.

Quadro 56 - Demanda e Consumos urbanos por sub-bacia

SUB-BACIA	MUNICÍPIOS	DEMANDA SUPERFICIAL (L/S)	DEMANDA SUBTERRÂNEA (L/S)	DEMANDA TOTAL (L/S)	CONSUMO TOTAL (L/S)
Alto Gravataí – Formadores	Santo Ant. da Patrulha	0	55,1	55,1	11
Banhado Grande	-	0	0	0	0
Arroios Grande e Miraguaia	Glorinha	12	0	12	2,4
Sangas da Rapadura e do Freitas	-	0	0	0	0
Arroios Demétrio e Pinto	Gravataí	550	0	550	110
Arroios Fiúza, Alexandrina e Banhado dos Pachecos	Alvorada e Viamão	1.440,00	18,5	1.458,50	291,7
Baixo Gravataí – MD (Cachoeirinha e Canoas)	-	0	0	0	0
Baixo Gravataí – ME (Alvorada e POA)	-	0	0	0	0
TOTAL		2.002,00	73,6	2.075,60	415,1

(Fonte: PRH-GRV, 2012)

5.3 Demandas para Irrigação

A irrigação é o uso de água mais importante em termos de quantidade utilizada. Devem-se as maiores demandas de água no período de verão, quando é praticada a irrigação de arroz (entre os meses de novembro a março).

A quantificação do consumo de água para a atividade de irrigação pode ser observada pelo Quadro 57, conforme dados fornecidos pelo IRGA referente à área total cultivada (em hectares) na bacia e uma vazão de referência de 10.000 m³/ha. (PRH GRV, 2012)

Quadro 57 - Demanda de água para irrigação por sub-bacia

SUB-BACIA	DEMANDA (l/s)	CONSUMO (l/s)
AG1 - Alto Gravataí – Chico Lomã, Veadinho e Palmeira	3.148,9	2.519,1
AG3 - Alto Gravataí – Banhado Grande	576,6	461,3
AG4 - Alto Gravataí – Sangas da Rapadura e do Freitas	1.415,4	1.132,3
AG2 - Alto Gravataí – Arroios Grande e Miraguaia	2.518,5	2.014,8
MG2 - Médio Gravataí - Arroios Fiúza, Alexandrina e Banhado dos Pachecos	3.680,5	2.944,4
MG1 - Médio Gravataí - Arroios Demétrio e Pinto	984,2	787,4
BG1 - Baixo Gravataí – MD (Cachoeirinha e Canoas)	178,6	142,8
BG2 - Baixo Gravataí – ME (Alvorada e POA)	692,9	554,3
Total	13.195,6	10.556,5

(Fonte: PRH-GRV, 2012)

5.4 Demandas para Pecuária

O PRH-GRV apresentou a demanda e o consumo para as atividades pecuaristas, considerando a produção total de cabeças dos rebanhos de suínos, bovinos e aves para cada sub-bacia conforme apresentado pelo Quadro 58.

Quadro 58 - Uso da água na Criação animal por sub-bacia

SUB-BACIA	DEMANDA (l/s)	CONSUMO (l/s)
AG1 - Alto Gravataí – Chico Lomã, Veadinho e Palmeira	8,1	5,7
AG3 - Alto Gravataí – Banhado Grande	2,3	1,6
AG4 - Alto Gravataí – Sangas da Rapadura e do Freitas	4,2	2,9
AG2 - Alto Gravataí – Arroios Grande e Miraguaia	15,4	10,8
MG2 - Médio Gravataí - Arroios Fiúza, Alexandrina e Banhado dos Pachecos	17,4	12,1
MG1 - Médio Gravataí - Arroios Demétrio e Pinto	13	9,1
BG1 - Baixo Gravataí – MD(Cachoeirinha e Canoas)	3	2,1
BG2 - Baixo Gravataí – ME (Alvorada e POA)	6,3	4,4
Total	69,6	48,4

(Fonte: PRH-GRV, 2012)

5.5 Demanda para Indústria

Para definição da demanda para abastecimento industrial, o PRH-GRV realizou estimativa tendo como base o banco de dados da FEPAM e o cadastro de outorgas de uso da água do DRH/SEMA.

Foram identificados um total de 1064 empreendimentos para os nove municípios integrantes da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí.

Destes, apenas 155 (15%) são identificados através das coordenadas geográficas registradas no banco de dados da FEPAM, e possuem lançamento de efluentes industriais na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, e apenas 11 possuem outorga de um total de 200 l/s.

O Quadro 59 apresenta as demandas e consumos referentes ao uso industrial da água captada, considerando um retorno de 70 % para o rio, conforme PRH-GRV, 2012.

5.6 Regime de Precipitação

A análise da disponibilidade de água para atendimento de determinadas demandas em uma bacia, é realizada em função de um balanço hídrico, que tem como entrada a ocorrência das precipitações e consequentes vazões afluentes.

O estado do RS apresenta um regime pluviométrico uniforme e bem distribuído ao longo do ano, segundo o PRH-GRV:

"As precipitações médias mensais somam 1347,4 mm no ano. Na média mensal, agosto é o mês mais chuvoso (140 mm), e o mês de menor índice pluviométrico é abril (86 mm). Observa-se, portanto, que a variação entre as médias mensais é pequena. A distribuição das médias mensais das chuvas ao longo do ano está na Figura 150."

Embora a distribuição ao longo do ano seja normalmente uniforme na área de abrangência da bacia do Rio Gravataí, observam-se alterações periódicas em função do macro clima, sujeito às variações da quantidade de umidade que transita na região, conhecidos como fenômenos "El Niño" e "La Niña".

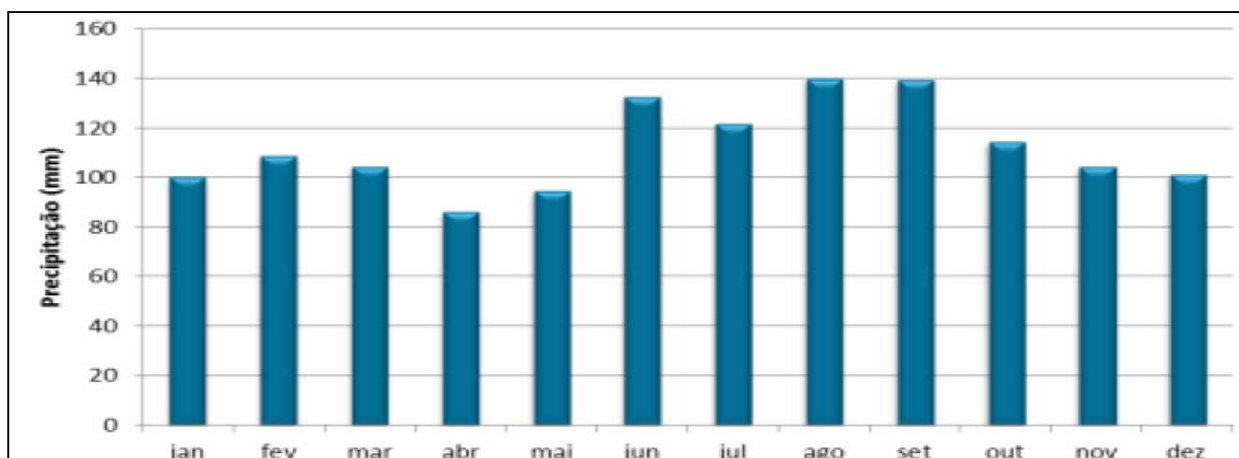


Figura 150 - Precipitação Média Mensal (mm)
(Fonte: Transcrito de PRH-GRV)

Segundo OLIVEIRA/2001:

"El Niño é um fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical, e que pode afetar o clima regional e global, mudando os padrões mundiais de vento, e afetando assim, os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias. La Niña representa um fenômeno oceânico-atmosférico com características opostas ao El Niño, e que se caracteriza por um esfriamento anormal nas águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical. Alguns dos impactos de La Niña tendem a ser opostos aos de El Niño, mas nem sempre uma região afetada pelo El Niño apresenta impactos significativos no tempo e clima devido ao La Niña."

Segundo AGUIAR/2005:

Em geral, a precipitação normal ou a média climatológica no RS, no período de dezembro a fevereiro, não é suficiente para atender às necessidades hídricas das culturas de verão. Dessa forma, é comum a ocorrência de períodos de deficiência hídrica durante o desenvolvimento das culturas de primavera-verão. Em anos com ocorrência de El Niño, a quantidade de chuvas normalmente fica acima da média climatológica, atendendo as necessidades das plantas. Em cada dez ocorrências desse fenômeno, cerca de oito produzem safras boas. Normalmente em anos de La Niña ocorre deficiência hídrica, pois a quantidade de chuvas é geralmente abaixo da média".

Assim, a escassez de água deve ser analisada em função das eventuais oscilações climatológicas, de comportamento randômico, e sempre associada à demanda total da bacia.

A mesma autora ainda salienta que a água é reconhecida como um bem limitado, e gera conflitos de uso em períodos de estiagem, merecendo a atenção de todos, haja vista que exerce um papel significativo no desenvolvimento econômico e social.

E cita engenheiro da Emater/RS-Ascar, Adão Bertier Rodrigues:

"Até há pouco tempo a preocupação estava calcada apenas na gestão de conflitos relacionados aos diferentes usos da água. Hoje, o foco se direciona para o aproveitamento otimizado dos recursos, não só proporcionando melhoria na qualidade de vida regional, mas também respeitando os limites do ecossistema" salienta Rodrigues."

Sabe-se que as alterações antrópicas que provocam mudanças no ciclo hidrológico (redução da infiltração e mudança da estrutura do solo) agravam as consequências das estiagens, em termos de fornecimento de água para diferentes demandas, como por exemplo:

- Desmatamento para a implantação de lavouras, principalmente em APP ao longo dos rios, contribui para diminuir a infiltração de água no solo e a disponibilidade de água no lençol freático e recarga dos aquíferos;
- Sedimentos transportados, por erosão das lavouras, causam o assoreamento dos rios;
- Manejo inadequado do solo causa a perda de água por evaporação e escoamento superficial;
- Perdas de matéria orgânica e nutrientes pelo escoamento superficial;
- Acidificação e compactação do solo;
- Erosão e contaminação da água;
- Alteração dos valores extremos seja nas vazões máximas, seja nas vazões mínimas.

Segundo AGUIAR/2005, as principais medidas visando reduzir os efeitos das estiagens sobre o regime hídrico são:

- Utilizar o solo conforme a sua vocação agrícola, respeitando as áreas de preservação permanente;
- Manter protegidas as nascentes e as vertentes dos cursos d'água;
- Preservar os pequenos banhados que funcionam como “pulmões” naturais na vazão permanente dos pequenos córregos;
- Recompôr as matas ciliares das margens dos rios;
- Reflorestar áreas inaptas para culturas anuais.

Agregam-se, ainda, as questões referentes à urbanização, já que a inevitável impermeabilização do solo interfere diretamente na redução da infiltração, de maneira mais significativa, se comparada às alterações oriundas das atividades agropecuárias.

Quadro 59 - Uso da água Industrial com retorno por sub-bacia

SUB-BACIA	DEMANDA (l/s)	CONSUMO (l/s)
AG1 - Alto Gravataí – Chico Lomã, Veadinho e Palmeira	5,0	1,5
AG3 - Alto Gravataí – Banhado Grande	0,8	0,2
AG4 - Alto Gravataí – Sangas da Rapadura e do Freitas	2,1	0,6
AG2 - Alto Gravataí – Arroios Grande e Miraguaia	5,3	1,6
MG2 - Médio Gravataí - Arroios Fiúza, Alexandrina e Banhado dos Pachecos	4,7	1,4
MG1 - Médio Gravataí - Arroios Demétrio e Pinto	70,5	21,2
BG1 - Baixo Gravataí – MD (Cachoeirinha e Canoas)	127,3	38,2
BG2 - Baixo Gravataí – ME (Alvorada e POA)	19,4	6
Total	235,	70,7

(Fonte: PRH-GRV,2012)

5.7 Volume Armazenado na Bacia

O PRH-GRV aponta em relação à capacidade de armazenamento na bacia:

- A bacia pode ser considerada como um sistema físico aberto, com entradas de água (precipitação), saídas (escoamento e evapotranspiração) e/ou podem ficar armazenadas (reservatórios).
- Pontos de armazenamentos naturais (Banhado Grande e Banhado dos Pachecos) e artificiais (açudes para diversos fins).
- Para o estudo quantitativo dos reservatórios, o PRH-GRV utilizou a camada de hidrografia representada como polígonos na base cartográfica oficial na escala 1:50.000, excluindo os trechos do Rio Gravataí, resultando em 287 polígonos, como pode ser observado nas Figura 151 e Figura 152.

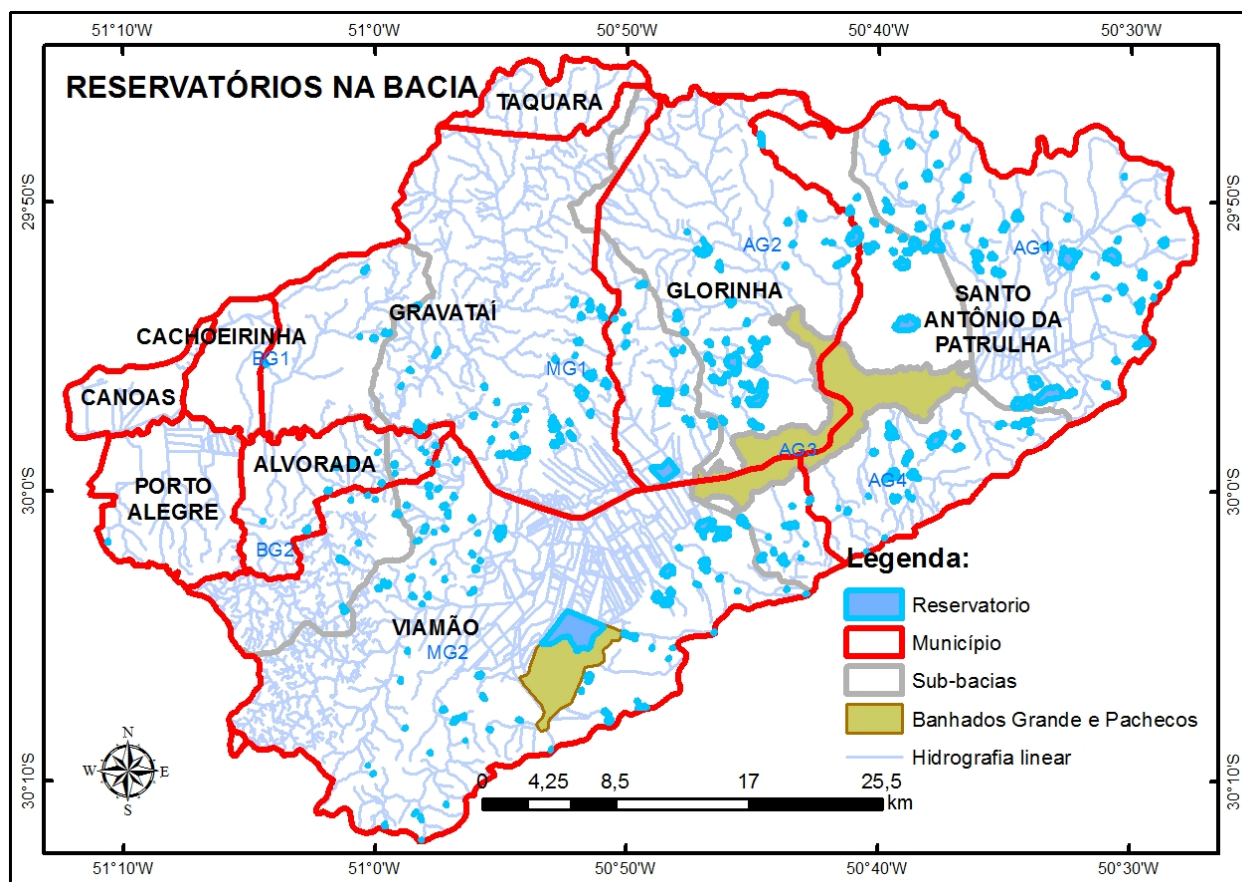


Figura 151 - Reservatórios conforme estudo
(Fonte: PRH-GRV)

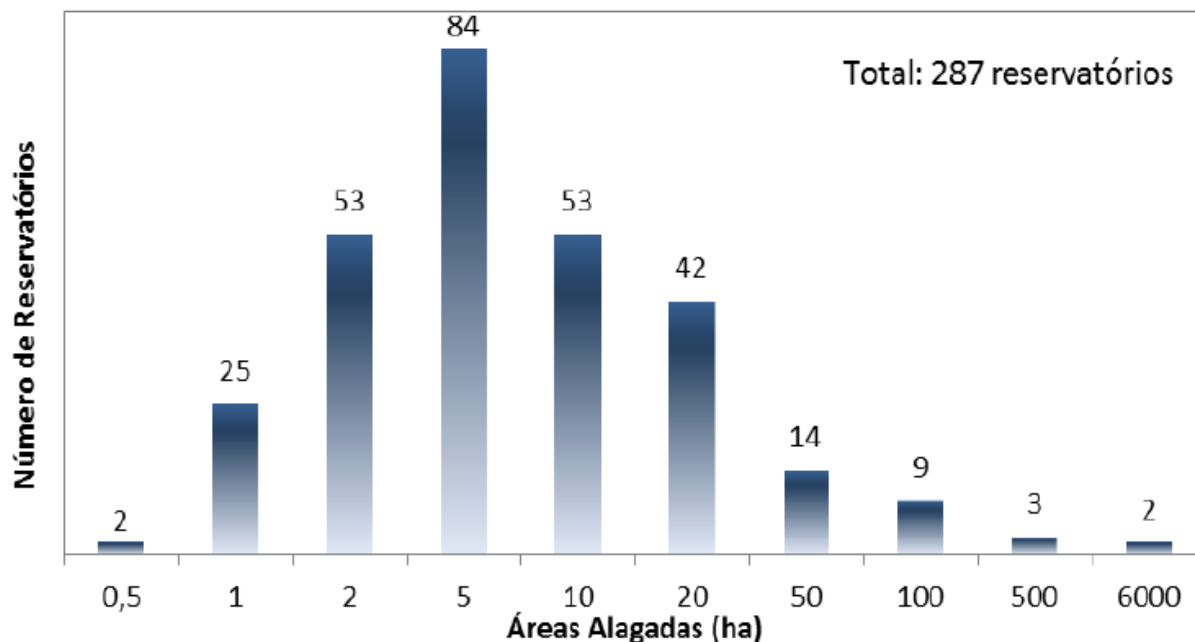


Figura 152 - Histograma das áreas dos reservatórios da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí.
(Fonte: Transcrito do PRH-GRV/2012)

- A estimativa dos volumes armazenados foi realizada através da multiplicação das áreas superficiais por um valor médio de profundidade dos reservatórios (1,5 metros entre 0,5 e 8 ha e 2 metros para maior que 8 ha);
- Banhado dos Pachecos e Banhado Grande alcançaram 34 milhões de m³ e 119 milhões de m³, respectivamente (Profundidade média de 2,0 m). Esses volumes somados aos demais, atingem um volume total de praticamente 213 milhões de m³ de armazenamento.

A quantificação dos volumes armazenados (em milhares de m³) nos reservatórios e nos dois grandes banhados, distribuídos por municípios e por sub-bacia é apresentada no

Quadro 60.

Quadro 60 - Capacidade de armazenamento de reservatórios e banhados da Bacia

Conforme critérios do PRH-GRV (em milhares de m ³)									
Município / Sub-bacia	AG1	AG2	AG3	AG4	MG1	MG2	BG1	BG2	TOTAL
ALVORADA						132		452	583
GLORINHA		8.024			4.078				12.102
GRAVATAÍ					4.265		215		4.480
GRAVATAÍ - Banhado Grande			40.013						40.013
PORTO ALEGRE								21	21
SANTO ANT. PATRULHA - Reservatórios	14.258	4.696		3.982					22.936
SANTO ANT. PATRULHA Banhado Grande			58.955						58.955
VIAMÃO - Reservatórios				1.262		17.597		399	19.259
VIAMÃO – Banhado dos Pachecos						34.340			34.340
VIAMÃO - Banhado Grande			20.306						20.306
TOTAL	14.258	12.720	119.274	5.244	8.343	52.069	215	872	212.995

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

A construção de reservatórios possibilita armazenar água nos períodos de cheia, para viabilizar o fornecimento do volume armazenado nos períodos de estiagem, atendendo determinada demanda, quando a vazão seria naturalmente menor.

5.8 Disponibilidade Hídrica na Bacia

A vazão regularizada é a quantidade de água que pode ser disponibilizada por um reservatório com uma determinada segurança, considerado o período de dados da série histórica de vazões afluentes. Do ponto de vista teórico, a maior vazão que pode ser regularizada é a vazão natural média.

Entretanto, a vazão regularizada também é função das condições de operação dos reservatórios, que depende diretamente dos seus usos múltiplos, que pode incluir a geração de energia, abastecimento humano, irrigação, o amortecimento de cheias, entre outros (ANA, 2005). O Quadro 61 demonstra as demandas e os consumos por cada atividade de uso consuntivo considerados pelo PRH-GRV para a bacia em estudo.

Quadro 61 - Demandas totais por modalidade. (PRH-GRV/2012)

DEMANDAS CONSUMOS	ABAST. URBANO	ABAST. RURAL	ABAST. INDUSTRIAL	CRIAÇÃO ANIMAL	IRRIGAÇÃO	TOTAL
Vazões - Demanda (l/s)	2.075,60	45,4	416,3	69,2	13.196,00	15.802,50
Participação (%)	13%	0%	3%	0%	84%	-
Vazões - Consumo (l/s)	415,1	9,1	124,9	55,4	10.556,00	11.160,50
Participação (%)	4%	0%	1%	0%	95%	-

(Fonte: PRH-GRV/2012)

Para análise do balanço hídrico da bacia, foram calculadas pelo PRH-GRV e aprovadas, as vazões médias de longo termo (Q_{lp}), vazão de frequência 90% (Q_{90}) e vazão de frequência 95% (Q_{95}) tanto para as macrounidades, como para as microunidades, comparado-se com as demandas e consumos das sub-bacias (microunidades). Ver Quadro 62.

Observa-se que as Q_{lp} são maiores nas sub-bacias do Médio Gravataí: Arroios Demétrio e Pinto (MG1 - 11,2 m³/s), e Arroios Fiuza, Alexandrina e Banhado dos Pachecos (MG2 - 12,2 m³/s). Todas as ofertas de demandas são superiores aos consumos, destacando-se no entanto, a igualdade de demanda e consumo para a região do Banhado Grande (0,3 m³/s).

Observam-se os maiores consumos percentuais em relação à demanda nas sub-bacias dos Arroios Grande e Miraguaia (78,57%) e Sangas da Rapadura e do Freitas (76,92%).

Quadro 62 - Balanço hídrico por sub-bacias (m³/s)

SUB-BACIA	Q_{lp}	Q_{90}	Q_{95}	Demanda	Consumo
AG1 - Alto Gravataí – Chico Lomã, Veadinho e Palmeira	5,4	1,1	1,1	2,5	2
AG3 - Alto Gravataí – Banhado Grande				0,3	0,3
AG4 - Alto Gravataí – Sangas da Rapadura e do Freitas	8,0	1,7	1,6	1,4	1,1
AG2 - Alto Gravataí – Arroios Grande e Miraguaia	9,0	1,9	1,8	1,3	1
MG2 - Médio Gravataí - Arroios Fiúza, Alexandrina e Banhado dos Pachecos	11,2	2,3	2,2	1,3	0,6
MG1 - Médio Gravataí - Arroios Demétrio e Pinto	12,2	2,5	2,4	7,3	5,0
BG1 - Baixo Gravataí – MD (Cachoeirinha e Canoas)	3,9	0,6	0,5	0,6	0,3
BG2 - Baixo Gravataí – ME (Alvorada e POA)	5,2	0,8	0,7	1,2	0,9
Total	54,9	11,1	10,3	15,8	11,2

(Fonte: PRH-GRV/2012)

Na análise da compartimentação das macrounidades, acumulando-se os valores das sub-bacias, observa-se que as maiores vazões de longo prazo estão na foz do Gravataí, também predominando as ofertas de demanda contra o consumo.

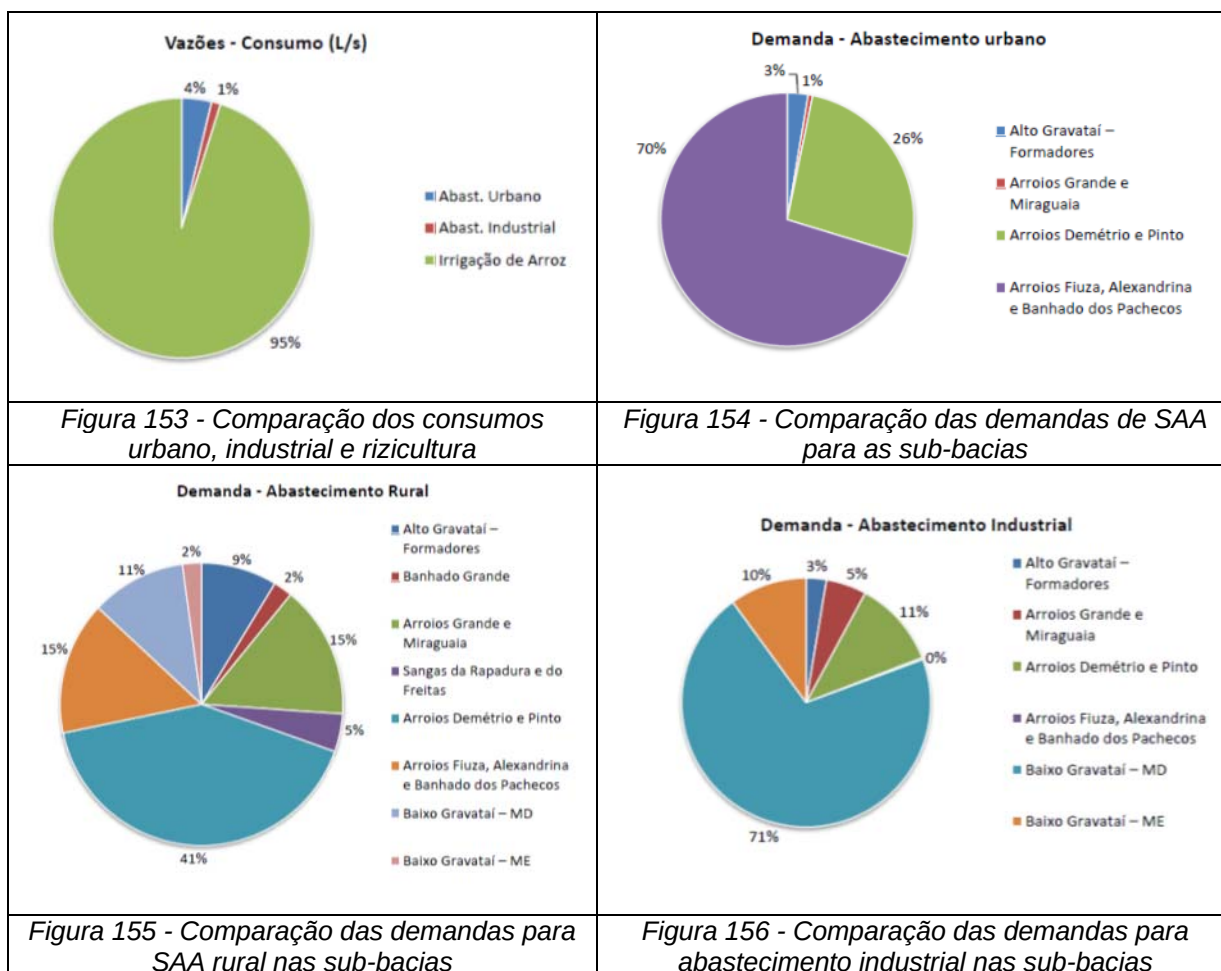
Os percentuais de consumo maiores (superiores a 75%) estão nas macrounidades do Alto Gravataí e Gravataí Médio.

O PRH-GRV define a demanda total para a bacia em 15,8 m³/s contra um consumo de 11,2 m³/s. A situação mais crítica em termos quantitativos, apresenta-se nos trechos altos, na sub-bacia dos formadores e dos Arroios Fiuza, Alexandrina e Banhado dos Pachecos em que os consumos representam quase o dobro da disponibilidade.

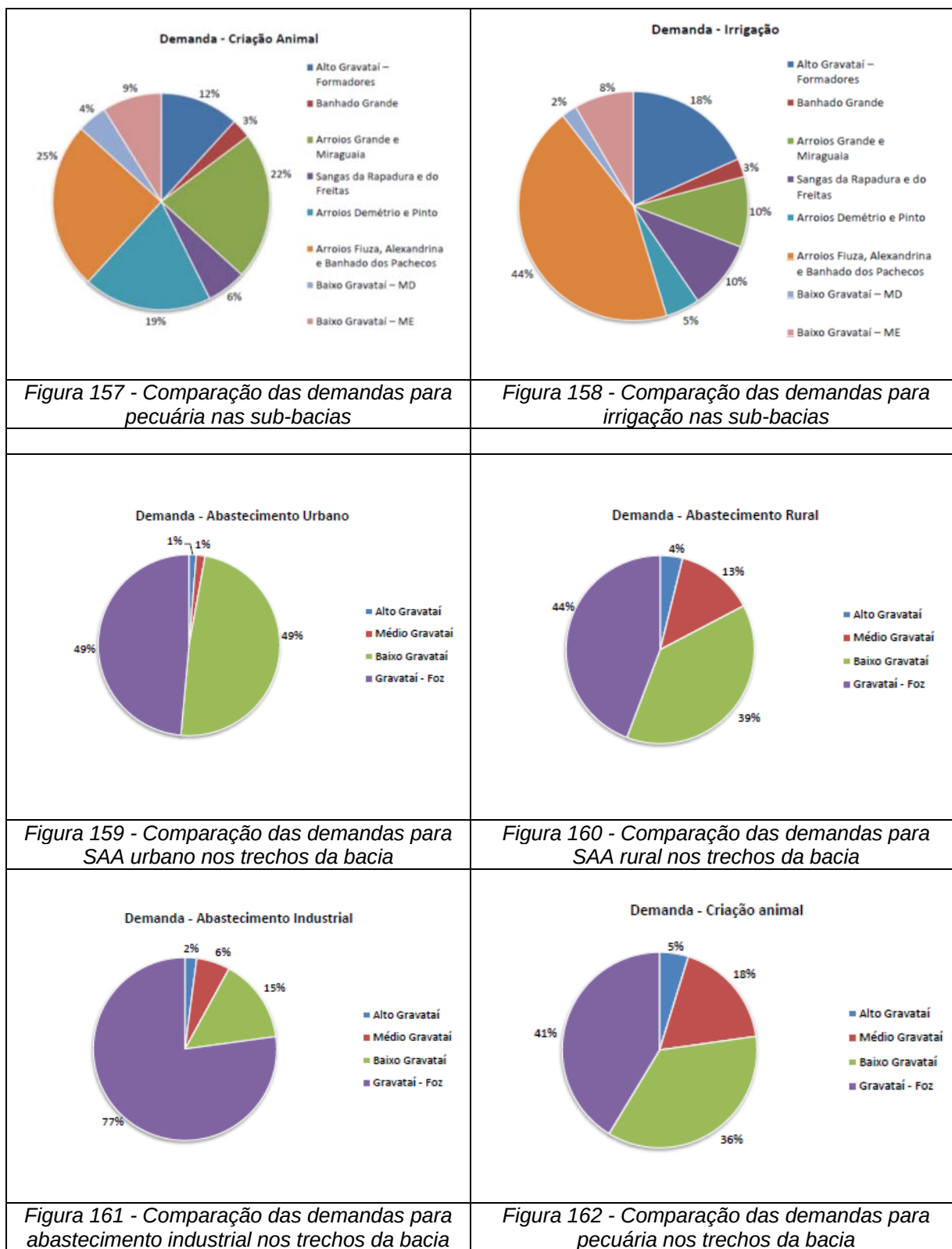
As demais sub-bacias tem situações menos críticas, ainda que com restrições qualitativas de usos potenciais (trecho baixo).

De forma geral, a bacia tem o balanço hídrico crítico, visto que tanto demandas quanto consumos superam as disponibilidades que estão na ordem de 11,0 m³/s.

Da Figura 153 até Figura 162 é apresentado a comparação entre as demandas e os consumos por cada atividade de uso consuntivo considerados pelo PRH-GRV para a bacia em estudo.



(Fonte: PRH/2012)



(Fonte: PRH/2012)

Na sequência apresentam-se as considerações específicas referentes aos estudos de disponibilidade hídrica concluídos e aprovados pelo PRH-GRV.

5.9 Alternativas para Regularização de Vazão

Em relação a regularização da vazão no Rio Gravataí, o estudo realizado pelo IPH-CPRM/2002⁸, identificou os possíveis pontos de barramento ao longo do Rio Gravataí e seus afluentes.

O referido estudo apontou que o ciclo hidrológico do Rio Gravataí demonstra que o maior aporte hídrico ocorre no inverno. Em contrapartida, no verão, tem-se o período de estiagens. Logo, há uma carência de água, tanto para a população quanto para a produção agrícola, nos meses de verão.

Portanto, o objetivo da regularização de vazões seria de armazenar ou acumular água durante os períodos onde há excessos a fim de utilizá-los durante os meses de estiagens.

O estudo apontou que a regularização de vazões poderia ser realizada através de medidas estruturais (reservatórios de acumulação) e não-estruturais (regularização natural de vazão pelo Banhado Grande).

Entre as alternativas estruturais do estudo, foram propostas alternativas de construção de barragens em dois cursos d'água distintos:

- Rio Gravataí: (de montante para jusante)
 - ✓ Jusante da Lagoa Anastácia (Passo do Vau);
 - ✓ Olaria Velha;
 - ✓ Passo dos Negros;
- Arroio Demétrio;

Os três pontos localizados no Rio Gravataí, estão localizados entre a Lagoa da Anastácia e o Passo dos Negros, este a cerca de 5 km a montante da confluência do Rio Gravataí com o arroio Demétrio. Olaria Velha está localizado 2 km a montante do Passo dos Negros e a Lagoa da Anastácia, aproximadamente, 3 km a montante da Olaria Velha, conforme mostrado na Figura 163.

Esse ponto também havia sido objeto de estudo da CORSAN no final da década de 80, que chegou a desenvolver projeto para a construção (Barragem da Olaria Velha), que não teve andamento por questões socioeconômicas e ambientais, como:

- Discordância dos produtores de arroz em relação a perda de área cultivada, seja por inundação permanente, ou mesmo pela elevação do lençol freático;
- Impactos ambientais negativos elevados em termos de perda de biodiversidade em função da inundação permanente de área com características de banhado;
- Reservatório com elevada superfície líquida e reduzida profundidade, o que favoreceria a eutrofização pela incidência de luz solar e consequente aumento da temperatura.
- Possibilidade de atendimento das demandas dos SAA de outros mananciais, etc.

⁸Identificação das Alternativas Possíveis e Prováveis para Regularização das Vazões do Rio Gravataí, IPH/CPRM. Porto Alegre, 2002.

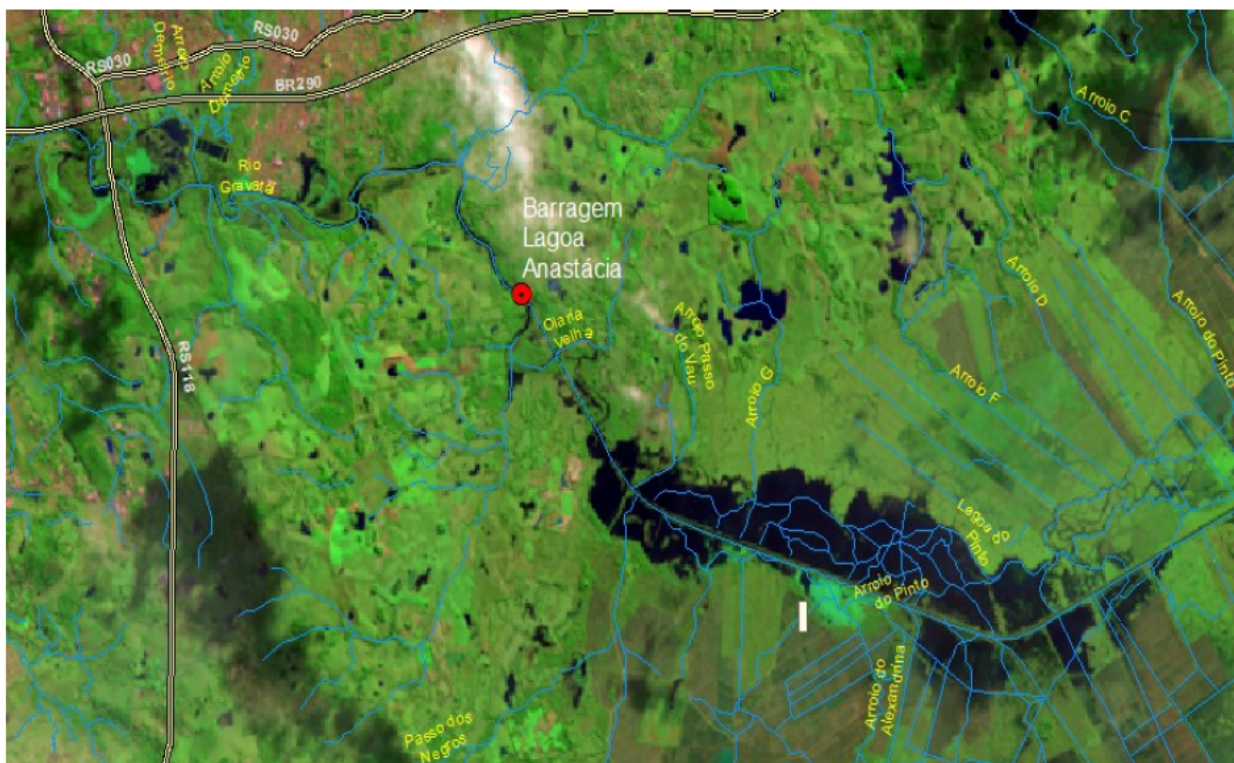


Figura 163 - Localização do eixo da barragem Lagoa Anastácia/Olaria Velha
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

O ponto para execução de barragem no Arroio Demétrio localiza-se a aproximadamente 3 km ao norte da fábrica da General Motors, conforme mostrado na Figura 164.



Figura 164 - Localização do eixo da barragem no Arroio Demétrio
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

O ponto de barramento no Arroio Demétrio, no município de Gravataí, foi objeto de concepção de um reservatório de retenção para laminação de cheias pelo PMSB, que apontou conflitos de uso, haja vista presença de estradas, edificações e áreas agricultáveis e de lazer.

O ponto na saída do Banhado Grande foi concebido com comportas e vertedouro que permitissem um controle de descargas no Rio Gravataí. Desta forma, a água coletada durante os períodos de cheia permaneceria no banhado até os períodos de carência hídrica.

O estudo destaca ainda que uma obra desta dimensão necessitaria uma análise de impacto ambiental detalhada, pois ela poderia trazer impactos negativos à fauna e flora local, que dada a topografia, extremamente plana, a microlocalização do eixo da captação seria determinada mais pelas condições do terreno para barramento do que pelos próprios reservatórios em si, pois as cotas de inundação com volumes armazenados e áreas inundadas seriam semelhantes.

O estudo do IPH/CPRM, 2002 aponta ainda a possibilidade de implantação de um reservatório no Arroio Passo Grande, no município de Glorinha, com área de contribuição de 97 km².

Foi considerado também o aproveitamento do Banhado dos Pachecos para auxiliar na regularização de vazão do Rio Gravataí, com área de contribuição de 80 km², incluindo o desvio de pequenos arroios para dentro do açude (IPH/CPRM, 2002).

Ao analisar as alternativas para a regularização na calha do Rio Gravataí, pode-se inferir que devido sua conformação geomorfológica, com relevo plano, implicaria em barragens com grandes áreas inundadas, que consequentemente teriam alta capacidade de eutrofização devido a elevada ocupação humana ribeirinha.

O Quadro 63 apresenta as áreas alagadas, os potenciais volumes acumulados pelos reservatórios e as vazões regularizadas, segundo o estudo analisado.

Quadro 63 - Disponibilidade hídrica das alternativas estudadas

ALTERNATIVA	ÁREA ALAGADA (KM ²)	VOLUME RESERVATÓRIO (HM ³)	VAZÃO REGULARIZADA (M ³ /S)
Junto a Lagoa da Anastácia	40	50	3,5
	78	100	5,0
	105	200	7,0
Arroio Demétrio - A	1,3	6,0	0,5
	2,4	15,0	0,6
	5,3	32,7	0,8
Arroio Demétrio - B	2,2	6,0	0,5
	2,8	10,0	0,6
	3,1	13,0	0,5
Arroio Passo Grande	4,8	10,0	0,4
	6,3	30,0	0,5
	7,6	60,0	0,6
Aproveitamento do Açude dos Pachecos	_*	_*	0,2
Obs.: * Não informado pelo estudo			

(Fonte: IPH/CPRM, 2002)

Já as alternativas propostas para os arroios e para o Banhado dos Pachecos devem ser estudadas mais detalhadamente, ou seja, realizando levantamentos de campo e monitoramento de dados hidro meteorológicos.

Outra possibilidade de incremento da disponibilidade hídrica no Gravataí é a transposição de água de outra bacia, como por exemplo, Lagoa Casamento e a Lagoa dos Barros, localizadas em bacias vizinhas, possibilitando um aumento de oferta de água na bacia, principalmente nos períodos de estiagens, com maiores demandas e piores condições de qualidade das águas.

Em relação a utilização do Banhado Grande para regularização de vazões, o estudo preconiza:

“O Banhado Grande é um regulador natural de vazões, porém “ineficiente”. O objetivo da regularização de vazões, seja de forma natural (banhado, pântanos) ou artificial (reservatório, barragens) é o de armazenar água durante os períodos onde ocorrem excessos hídricos (cheias) a fim de utilizá-los na época de déficits (estiagens). (...) pode-se verificar que na estação Banhado Grande, responsável pela medição dos níveis no banhado, durante os meses de outono-inverno ocorrem as maiores cheias; entretanto, durante os meses de verão são observadas estiagens.

Se o Banhado Grande fosse um regulador de vazões “eficiente”, este deveria armazenar os excessos de água que acontecem nos meses de julho, agosto e setembro para serem utilizados nos meses de estiagens (dezembro, janeiro e fevereiro). Porém, o banhado não consegue “segurar” naturalmente os volumes excedentes até o período de estiagens e estes são perdidos livremente pelo seu exutório no Guará.

Desta forma, com a chegada dos meses de verão quando são requeridos volumes maiores de água para satisfazer as principais demandas da região (irrigação de lavouras, abastecimento doméstico e industrial e diluição de poluentes) a oferta é insuficiente”.

Salienta-se que o referido estudo não contraria a hipótese de que o banhado por si só não tenha capacidade natural de regularização de vazão, e que sua recuperação em termos de área de abrangência, traria um incremento em termos de vazão regularizada.

A conclusão apresentada identifica, que por mais que a estrutura biofísica do banhado como ecossistema em equilíbrio seja resgatada aos padrões originais em termos de superfície, a vazão incremental regularizada somada às condições atuais, não seriam suficientes para atendimento das demandas totais da bacia.

O PRH-GRV apresenta as vazões de referência por sub-bacia e ao longo da calha do Rio Gravataí, conforme mostrado respectivamente no Quadro 64, a título de proposição a ser recomendado ao Comitê Gravatahy, DRH e a FEPAM, a definição dos valores que serão considerados na análise do Enquadramento, e nos processos de Outorga e Licenciamento Ambiental.

Quadro 64 - Vazões de referência por sub-bacia do Rio Gravataí

SUB-BACIA	% DE PERMANÊNCIA (m³/s)					
	30%	50%	70%	90%	95%	99%
Alto Gravataí - Arroios Chico Lomã, Veadozinho e Palmeira	6,92	3,5	1,19	1,09	1,09	1,09
Arroios Grande e Miraguaia	10,42	7,31	3,73	1,58	1,58	1,48
Sangas da Rapadura e do Freitas	11,74	8,24	4,21	1,79	1,78	1,67
Arroios Demétrio e Pinto	14,15	7,5	2,95	2,2	2,2	2,2
Arroios Fiúza, Alexandrina e Banhado dos Pachecos	15,33	8,13	3,19	2,38	2,38	2,38
Baixo Gravataí - Margem Direita (Cachoeirinha e Canoas)	5,08	2,54	0,82	0,54	0,54	0,54
Baixo Gravataí - Margem Esquerda (Alvorada e POA)	6,73	3,37	1,09	0,72	0,72	0,72

(Fonte: PRH-GRV/2012)

O Quadro 65 apresenta os valores de vazões mensais médias calculados para as bacias que compõem o Rio Gravataí, e o Quadro 66, as “mínimas das mínimas”, segundo o PRH-GRV.

Quadro 65 - Vazões médias mensais para cada sub-bacia (1962 – 2004) – m³/s

Mês	Alto Gravataí - Arroios Chico Lomã, Veadozinho e Palmeira	Arroios Grande e Miraguaia	Sangas da Rapadura e do Freitas	Arroios Demétrio e Pinto	Arroios Fiúza, Alexandrina e Banhado dos Pachecos	Baixo Gravataí - Margem Direita (Cachoeirinha e Canoas)	Baixo Gravataí - Margem Esquerda (Alvorada e POA)
Jan	3,6	5,8	6,5	7,5	8,1	2,5	3,3
Fev	5,2	6,4	7,3	10,8	11,7	3,8	5,0
Mar	4,0	7,0	7,8	8,4	9,1	2,8	3,8
Abr	4,6	6,2	7,0	9,7	10,5	3,3	4,4
Mai	4,1	6,5	7,4	8,9	9,7	3,0	4,0
Jun	5,6	7,2	8,1	11,9	12,8	4,2	5,5
Jul	6,9	9,4	10,6	14,4	15,6	5,1	6,8
Ago	7,4	10,2	11,5	14,5	15,8	5,4	7,2
Set	7,2	10,3	11,6	14,8	16,1	5,3	7,1
Out	6,1	10,3	11,6	12,6	13,6	4,5	5,9
Nov	5,7	9,4	10,6	12,0	13,0	4,2	5,5
Dez	4,3	7,3	8,2	9,1	9,8	3,1	4,1

(Fonte: PRH-GRV/2012)

Quadro 66 - Vazões mínimas das mínimas mensais para cada sub-bacia (1962 – 2004) - m³/s

Mês	Alto Gravataí - Arroios Chico Lomã, Veadozinho e Palmeira	Arroios Grande e Miraguaia	Sangas da Rapadura e do Freitas	Arroios Demétrio e Pinto	Arroios Fiúza, Alexandrina e Banhado dos Pachecos	Baixo Gravataí - Margem Direita (Cachoeirinha e Canoas)	Baixo Gravataí - Margem Esquerda (Alvorada e POA)
Jan	1,09	0,54	0,60	2,20	2,38	0,54	0,72
Fev	1,09	0,83	0,94	2,20	2,38	0,54	0,72
Mar	1,09	0,50	0,57	2,20	2,38	0,54	0,72
Abr	1,09	0,57	0,64	2,20	2,38	0,54	0,72
Mai	1,09	0,40	0,45	2,20	2,38	0,54	0,72
Jun	1,09	0,84	0,94	2,20	2,38	0,54	0,72
Jul	1,09	0,34	0,38	2,20	2,38	0,54	0,72
Ago	1,09	0,85	0,95	2,20	2,38	0,54	0,72
Set	1,09	0,08	0,10	2,20	2,38	0,54	0,72
Out	1,09	0,47	0,53	2,20	2,38	0,54	0,72
Nov	1,09	1,20	1,35	2,20	2,38	0,54	0,72
Dez	0,03	0,44	0,50	2,20	2,38	0,20	0,26

(Fonte: PRH-GRV/2012)

A vazão mínima de sete dias consecutivos e período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$) obtida para a estação Passo de Canoas foi 6,02 m³/s.

Estes valores de vazão média, vazões mínimas, bem como as curvas de permanência podem servir de parâmetros básicos para estabelecimento de limites e condições de contorno, quando da elaboração dos cenários alternativos, e subsidiar o cálculo das garantias de atendimento das demandas hídricas existentes e futuras.

5.10 Considerações quanto a Disponibilidade Hídrica versus Demanda

Para fins de análise das questões referentes à disponibilidade x demanda hídrica na bacia do Rio Gravataí apresentam-se as seguintes premissas:

- Demandas para irrigação
 - ✓ São maiores no verão, quando as vazões naturais do rio são menores;
 - ✓ Chegam a ser seis vezes maiores que o somatório de todas as outras demandas (95 % da demanda total);
- Demanda para consumo público:

- ✓ A CORSAN é a operadora dos SAA localizados na região mais densamente ocupada da bacia (SIGRAC, SIAV e SICES), bem como de Santo Antônio da Patrulha e Glorinha;
- ✓ Canoas (SICES/CORSAN) e Porto Alegre (DMAE) não dependem, naturalmente, das vazões a serem fornecidas pela bacia;
- ✓ As concepções atuais dos SAA de Santo Antônio da Patrulha (Sistema independente) e Cachoeirinha (SIGRAC), embora tenham suas áreas urbanas localizadas na bacia, fazem suas captações fora, no Arroio das Garças e Rio dos Sinos, respectivamente;
- ✓ Gravataí (SIGRAC), Alvorada e Viamão (SIAV) captam parte de suas demandas do Rio Gravataí, e complementam com o Arroio das Garças e Lago Guaíba;
- ✓ Os estudos de concepção para os SAA integrados, estão em fase de "replanejamento", conforme informações obtidas junto a prestadora de serviços, o que pode alterar algumas questões em termos de cenário futuro;
- ✓ Representa 4% da demanda total;
- Demandas restantes (industrial e pecuária) embora sejam fundamentais, representam valores menores dentro do planejamento global (1 % da demanda total);
- As demandas totais superam os valores de disponibilidade hídrica;
- Lei 9.433/1997 prevê prioridade de abastecimento para consumo público, dessedentação animal e demais usos, nesta ordem;
- O estudo de alternativas para regularização de vazões tem a necessidade de propor ações estruturais com implantação de reservatórios de acumulação, para atendimento das demandas mais críticas, justamente no verão quando vazões naturais do rio são menores;
- Embora o Plano de Recursos Hídricos da bacia esteja concluído, identifica-se a ausência de uma efetiva implementação da política de outorga de uso, com fiscalização rigorosa e monitoramento do uso da água, principalmente em relação à agricultura que prevalece em termos de quantitativos sobre os demais usos, principalmente durante o verão;
- Recuperação ambiental das APPs ao longo dos rios, e de áreas de altas declividades, áreas de banhados e reservatórios de acumulação deve contribuir para o resgate do maior equilíbrio do ciclo hidrológico, com incremento da regularização da vazão natural, bem como na qualidade da água e redução dos efeitos de assoreamento;

A recuperação das áreas de banhado na bacia favorecem a regularização natural das vazões, porém este efeito, embora positivo, não é suficiente para garantir o atendimento das demandas hídricas na bacia sem falhas.

Para aumentar a disponibilidade hídrica são necessárias outras proposições estruturais de reservatórios (barragens de acumulação) ou adutoras (transposição de bacias), ou não estruturais como a redução de plantio de área de arroz, haja vista a incapacidade atual de se atender as demandas de consumo projetadas para a área em estudo.

Esta situação se mantém mesmo tomando ações de recuperação ambiental do Banhado Grande (restabelecendo as condições de escoamento superficial originais com menor velocidade, e consequentemente melhorando as condições de recarga do aquífero, bem como o fator de regularização natural do banhado), conforme Estudo do IPH-CPRM/2002.

Salienta-se que o referido estudo não contraria a hipótese de que a recuperação do banhado, por si só, traria um incremento em termos de vazão regularizada.

A conclusão apresentada identifica, que por mais que a estrutura biofísica do banhado como ecossistema em equilíbrio seja resgatada aos padrões originais, em termos de superfície e abrangência, a vazão incremental regularizada somada às condições atuais de regularização, não seriam suficientes para atendimento das demandas totais da bacia.

Ainda sobre o Banhado Grande, cabe salientar a importância de obtenção de um quadro mais completo sobre ao fluxo de suas águas e sua contribuição aos mananciais superficiais.

Para tanto devem ser realizados estudos adicionais, que contemplem uma investigação detalhada sobre o comportamento das águas subterrâneas no terço inicial da bacia hidrográfica, bem como o seu padrão de escoamento, identificando se o mesmo é realmente convergente para a região do banhado ou para outras sub-bacias do entorno.

O PRH-GRV apresenta as seguintes conclusões, em se tratando de disponibilidade hídrica: (grifo nosso):

“...em todos os trechos as vazões demandadas e consumidas superam as vazões referenciais de disponibilidade hídrica (Q_{90} e Q_{95}), ainda que algumas sub-bacias ainda apresentem excedente hídrico;

...o trecho alto, na sub-bacia dos formadores do Rio Gravataí, apresenta a situação mais crítica em termos quantitativos, uma vez que o consumo ($2,0 \text{ m}^3/\text{s}$) representa quase o dobro da disponibilidade ($1,1 \text{ m}^3/\text{s}$);

...a sub-bacia dos arroios Fiuza, Alexandrina e Banhado dos Pachecos, no trecho médio, também apresenta consumos ($5,0 \text{ m}^3/\text{s}$) equivalentes ao dobro das disponibilidades ($2,5 \text{ m}^3/\text{s}$);

...a sub-bacia dos arroios Demétrio e Pinto, também no trecho médio, apresenta a situação mais confortável, com consumo ($0,6 \text{ m}^3/\text{s}$) equivalente a 27% da disponibilidade ($2,2 \text{ m}^3/\text{s}$);

...no trecho baixo, as sub-bacias da margem direita tem situação um pouco menos crítica do que na margem esquerda, ainda que as restrições qualitativas neste trecho atrapalhem os usos potenciais;

...no geral a bacia tem o balanço hídrico crítico, com demandas ($15,8 \text{ m}^3/\text{s}$) e consumos ($11,2 \text{ m}^3/\text{s}$) que superam as disponibilidades (da ordem de $11 \text{ m}^3/\text{s}$).”

Conclui-se então nesta etapa de diagnóstico, que o cenário de atendimento das demandas hídricas na bacia do Rio Gravataí é crítico, e exige para que sejam reduzidos os conflitos de uso já estabelecidos, a implantação de medidas estruturais e não estruturais.

Ainda para estabelecimento dos cenários de uso futuro, sugere-se a definição da maior criticidade de demanda hídrica, haja vista necessidade de prever ações emergenciais para atendimento dos SAA, em caso de comprometimento dos demais mananciais, localizados fora da bacia do Rio Gravataí, como plano de contingência e emergência.

Desta forma, em relação ao quesito disponibilidade hídrica (insuficiente para atendimento das demandas dos setores público, agrícola, pecuária e industrial), a elaboração futura do PRODUTO Nº 12 - Projetos Conceituais dos Cenários de Intervenção e do PRODUTO Nº 14 - Consolidação do Conjunto de Intervenções, deve considerar um grupo de ações estruturais e não estruturais em conjunto, visando a aumentar a vazão regularizada e disponibilizada contemplando:

- A implantação de reservatórios de acumulação que tenham a função de reservar o excedente hídrico em épocas de chuvas, para sua utilização no verão, quando as demandas aumentam tanto para SAA, quanto para a irrigação, distribuídos da seguinte forma:
 - ✓ Reservatório(s) com maior(es) volume(s) localizado(s) no Canal do Rio (IPH/2002):
 - Jusante da Lagoa Anastácia (Passo do Vau);
 - Olaria Velha (com projeto básico da CORSAN);
 - Passo dos Negros;
 - ✓ Reservatório(s) com maior(es) volume(s) localizado(s) nos afluentes do Rio;
 - Arroio Demétrio (IPH/2002);
 - Outras alternativas (a serem propostas);
 - ✓ Inúmeros reservatórios de menor porte distribuídos na bacia (a serem propostos);
- O incremento da transposição de bacia para captação de água para os SAA e aumento da garantia de abastecimento de uso prioritário (captações já consolidadas no SICES, SIAV e SIGRAC e em estudo pela CORSAN tal qual a ampliação do SIGRAC);
- Recuperação das áreas de banhado, favorecendo a manutenção da vegetação característica e incrementando a recarga dos aquíferos;
- Redução das áreas utilizadas pela rizicultura, que foram drenadas pela alteração do traçado e profundidade do rio com a construção do canal do DNOS;
- A implementação ações efetivas de fiscalização das áreas irrigadas, bem como de gestão dos recursos hídricos através de controle severo das outorgas de uso, acompanhado de monitoramento das vazões captadas.

6 SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO – SES

6.1 Situação atual do esgotamento sanitário

Salienta-se que além da solução de problemas referentes à regularização de vazão para fins de abastecimento, em se tratando de “quantidade” de água, o aspecto “qualidade” não deve ser ignorado, haja vista ausência de sistemas de coleta e tratamento de efluentes domésticos conforme apontado pelo presente diagnóstico, bem como pela presença de agricultura irrigada com a utilização de fertilizantes e defensivos agrícolas.

Entretanto, a potencial localização de reservatórios se dá em áreas de menor ocupação urbana, e sobretudo a montante do aglomerado populacional.

Assim quando da identificação e localização dos reservatórios propostos para acumulação e regularização de vazões em épocas de estiagens prolongadas, devem ser considerados os efeitos danosos em relação à qualidade da água, seja em função do lançamento de efluentes domésticos não tratados, ou ainda por fertilizantes e defensivos agrícolas.

São evidentes as interfaces da drenagem urbana com os Sistemas de Esgotamento Sanitário – SES, na área de abrangência deste estudo, seja pela utilização da rede pluvial como coletora e afastadora de efluentes não tratados, ou ainda nas alterações de operação dos sistemas de tratamento de esgotos, quando da ocorrência de precipitações devido ao aumento da vazão, ocasionado pelas ligações clandestinas.

Os PMSB e PRSB evidenciam estes problemas em todos os municípios estudados.

Com exceção de Porto Alegre (DMAE) todos os demais municípios são atendidos pela CORSAN em relação ao SES, incluindo-se a prestação de serviços de SAA.

Apresentam-se na sequência as características específicas dos SES dos municípios que compõem a Bacia do Rio Gravataí, com ênfase naqueles que interferem com a drenagem das águas pluviais e sua qualidade.

6.2 Sistema de Esgoto Existente e Planejado por Município

A seguir é apresentada uma avaliação dos sistemas de esgotamento sanitário de cada município da bacia.

6.2.1 SES de Santo Antônio da Patrulha

Trata-se de um município com população urbana estimada em 30.276 habitantes em 2015 (72,4 % do total) conforme estudo populacional realizado pelo PMSB/2014, sendo a população total de 41.806 (2015) e 45.446, previstas para o ano de 2035, conforme apresentado no Quadro 67.

A Figura 165 apresenta esquematicamente a área de abrangência da rede coletora de esgotos sanitários existente e as futuras ampliações do sistema, previstas pela CORSAN.

Quadro 67 - População estimada (2015) e projetada (2035)

LOCALIZAÇÃO	POPULAÇÃO 2015 (ESTIMADA)	POPULAÇÃO 2035 (PROJETADA)
Santo Antônio da Patrulha - Sede	30.276	33.633
Catanduva Grande	1.567	1.363
Chico Lomã	1.040	930
Evaristo	3.207	3.381
Miraguaia	4.910	5.376
Pinheirinhos	807	763
Total:	41.807	45.446

(Fonte: PMSB-Santo Antônio da Patrulha, 2014)

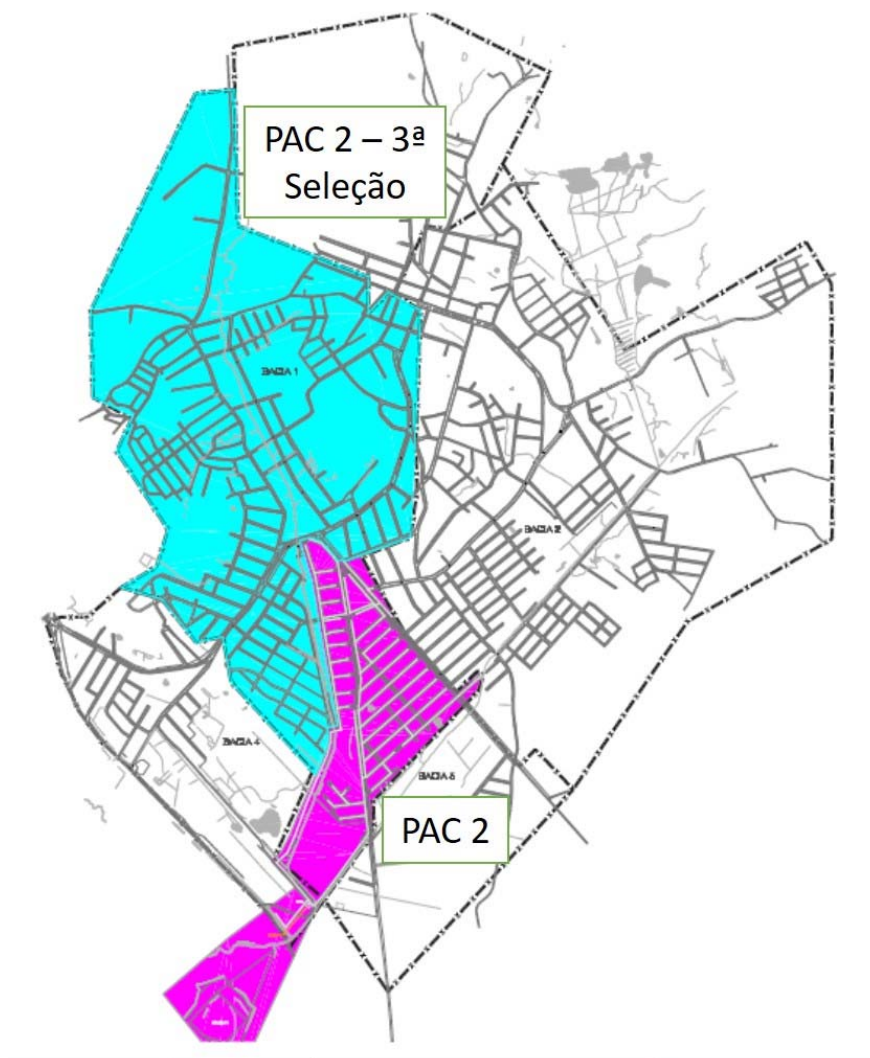


Figura 165 - Sistema de esgoto sanitário planejado para Stº Antonio da Patrulha
(Fonte: PMSB, 2014)

O sistema parcialmente implantado acarreta em lançamentos de efluentes sem o tratamento adequado na rede pluvial, e destas para os recursos hídricos, neste caso o Banhado Grande, formador do Rio Gravataí.

Os principais cursos d'água, que cortam a cidade, arroio Pitangueiras e arroio Passo dos Ramos apresentam considerável ocupação urbana, com consequente degradação dos recursos hídricos, seja pela ocupação indevida das APPs, ou ainda pelo lançamento de efluentes sem tratamento diretamente na rede pluvial, contribuindo com a ocorrência de doenças de veiculação hídrica, identificadas no município conforme PMSB.

Identificou-se, que Santo Antônio da Patrulha, tem localidades, em zona rural, com moradias precárias, sem infraestrutura, sem regulamentação fundiária e em zonas de risco, onde ocorrem deposições irregulares de lixo e lançamento de esgotos sem o devido tratamento, evidenciando os mesmos problemas identificados na zona urbana.

O município e a prestadora de serviços não dispõem de cadastro das ligações domésticas, lançamento direto no pluvial, da extensão da rede coletora, elevatórias e ETE, haja vista que o SES está em implantação. O conhecimento detalhado destas estruturas e a projeção de sua implantação dentro do curto, médio e longo prazo, são importantes para fins de planejamento da universalização do SES.

Também se identifica necessidade de adoção de políticas públicas, que visem a eliminação das fossas rudimentares, através da substituição por sistemas de tanques sépticos definidos pela NBR 13.969/97, para as áreas não atendidas pela rede coletora.

➤ **Rede Coletora do SES de Santo Antonio da Patrulha**

O SES de Santo Antônio da Patrulha é deficiente em termos de cobertura da rede coletora (14 %) e consequente tratamento, já que a obra da ETE está em execução. O Cadastro Comercial da CORSAN no primeiro semestre de 2016 ainda não registrava ocorrências de tipo de atendimento "ESGOTO" ou "ÁGUA E ESGOTO".

A quantidade expressiva de sumidouros sem o devido dimensionamento (56,2 %), as interligações da rede pluvial com as redes coletoras, bem como um percentual significativo de residências sem banheiros 0,9% evidenciam a necessidade de investimentos específicos e significativos (PMSB/2014).

O percentual de destinação de esgoto sanitário denominado de "outras formas", correspondente a 28,2 %, conforme o PMSB (2014), considerando-se importante quantitativo para fins de universalização dos serviços.

Em paralelo à execução da ETE pela CORSAN, através do PAC 2, estão sendo implantados aproximadamente 11 km de rede coletora, 1205 ligações prediais e 510 ligações intradomiciliares, e estação de bombeamento (EBE-01) com capacidade de 87 l/s e um emissário (EMR-01) de ferro fundido, DN 300 mm e 790 m de extensão.

A Figura 166 apresenta a localização da ETE, a área da rede atual, a área da rede em implantação e destaca também as áreas de preservação permanente, interesse social e ambiental.

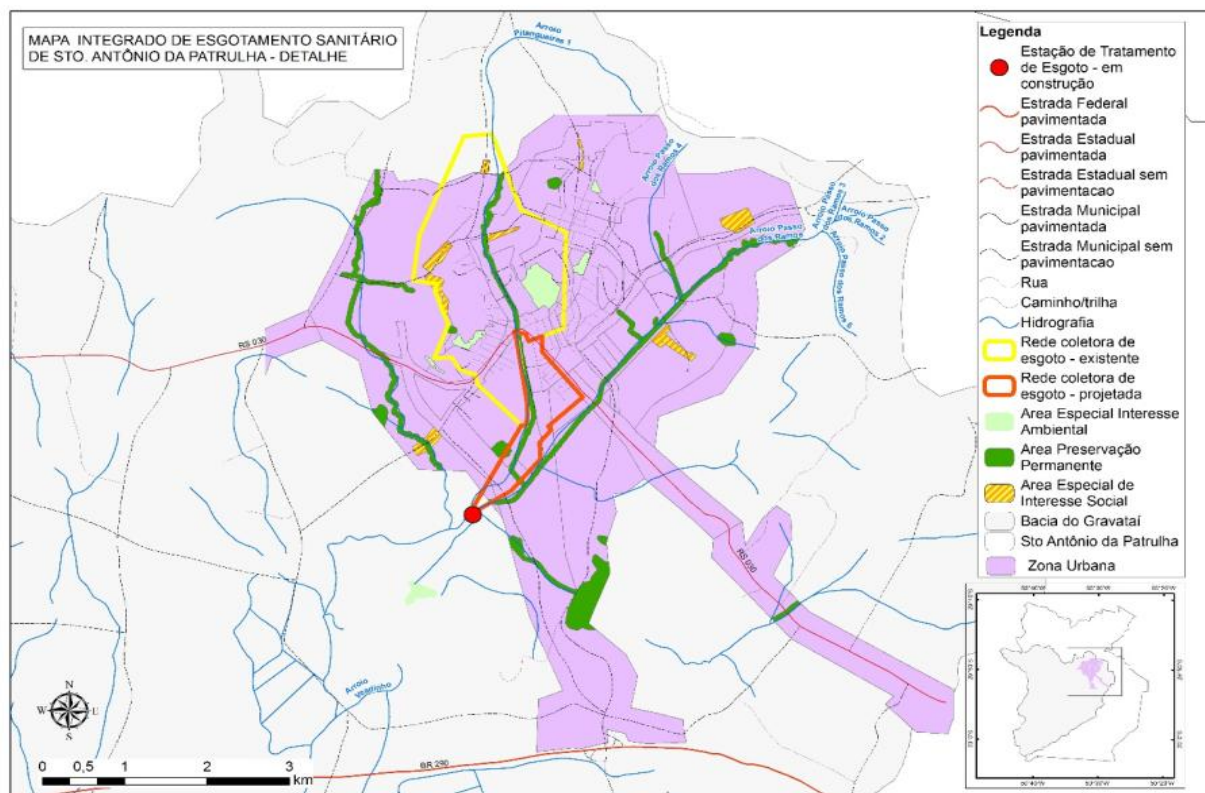


Figura 166 - Sistema de esgoto sanitário e áreas de preservação, interesse social e ambiental
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

✓ ETE do SES de Santo Antônio da Patrulha

A ETE do Sistema de Esgotamento Sanitário de Santo Antônio da Patrulha (SESSAP), tem capacidade prevista para 120 l/s, sendo que deve operar com 60 l/s na primeira etapa.

O Sistema de Esgotamento Sanitário de Santo Antônio da Patrulha, composto por rede coletora, estação de bombeamento e estação de tratamento de esgoto recebeu Licença de Instalação da FEPAM (850/2015-DL) em 18/12/2015 para vazão máxima de 60 l/s.

O efluente após tratamento deverá ser lançado, através de canalização fechada, no Arroio Passo dos Ramos, no ponto com as seguintes coordenadas geográficas de localização: Lat.-29°51'16,48"; Long.-50°31'51,41", Datum SIRGAS 2000.

Conforme consta no termo de licenciamento, o tratamento de esgoto sanitário será constituído de:

- tratamento preliminar composto de gradeamento manual, desarenador e medidor de vazão;
- tratamento primário, composto por reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB);
- tratamento secundário: composto por filtro biológico aerado submerso, unidade de mistura rápida, floculador e decantador secundário;
- tratamento terciário, desinfecção em câmara de contato.

6.2.2 SES de Glorinha

Trata-se de um município com população urbana estimada em 2.823 habitantes em 2015 (menos de 40 % do total) conforme estudo populacional realizado pelo PMSB/2014, sendo a população total de 7.581 habitantes para 2015 e 8.678, para 2035.

O SES, operado pela CORSAN, está sendo implantado desde 2012 e a sua conformação final é apresentada na Figura 167.

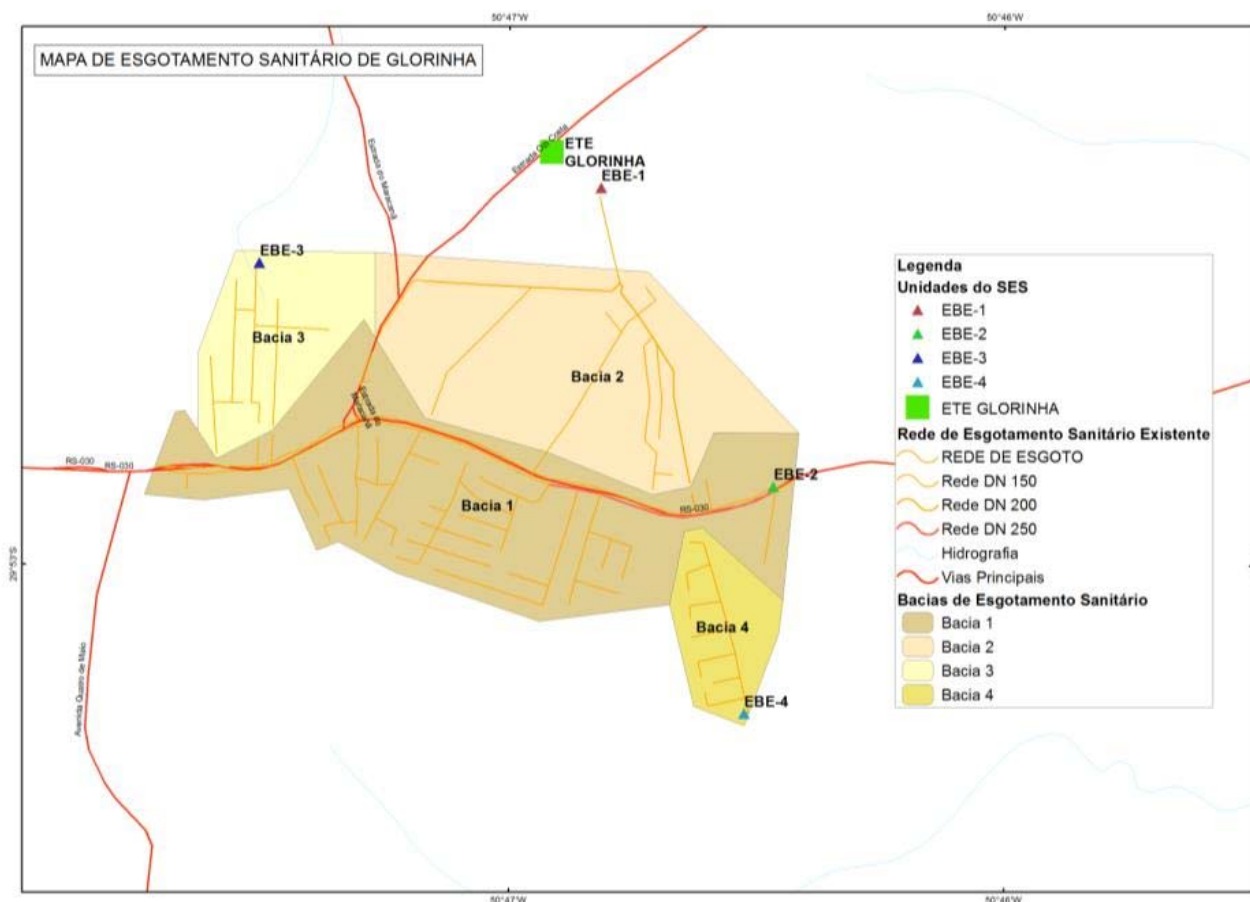


Figura 167 - Sistema de esgoto sanitário em implantação em Glorinha
(Fonte: PMSB, 2014)

➤ Rede Coletora do SES de Glorinha

Glorinha é dividido em 4 bacias hidrossanitárias e o arranjo final contempla 3 estações de bombeamento (EBE-2, EBE-3 e EBE-4) que concentram o esgotamento na EBE-1 final.

O Quadro 68 apresenta quantitativos do Termo de Referência do Edital CN 257-11 da CORSAN em relação à implantação da rede de esgoto sanitário e a extensão de rede de fato implantada, conforme cadastro as-built de 2013.

Considerando a implantação completa do projeto, a área urbana de Glorinha fica na prática totalmente atendida, visto que o IBGE contabilizou 713 domicílios na área urbana no Censo de 2010.

Quadro 68 - Quantitativos de rede em implantação em Glorinha

BACIA HIDROSSANITÁRIA	EXTENSÃO DE REDE PREVISTA (M)	EXTENSÃO DE REDE IMPLANTADA (M)	LIGAÇÕES PREDIAIS
Bacia 1	10712	10728	418
Bacia 2	4258	3803	150
Bacia 3	2415	2058	53
Bacia 4	1448	1463	80
Total	18833	18053	701

(Fonte: CORSAN/2011)

O PMSB identifica existência de interligações das águas pluviais com as redes coletoras de esgoto, devido à presença de odores característicos nos cursos d'água e aumento significativo da vazão afluente à ETE, quando da ocorrência de chuvas.

O cadastro comercial da CORSAN contabiliza 1175 ligações de água na área abrangida pelas 4 bacias do sistema de esgotamento sanitário.

➤ **ETE do SES de Glorinha**

De acordo com informações contidas no site da CORSAN, a estação de tratamento de esgoto do município de Glorinha entrou em operação no início de 2016. Entretanto, o cadastro comercial da CORSAN, fornecido no primeiro semestre de 2016, ainda não apresentava ligações com o tipo de atendimento "ESGOTO" ou "ÁGUA E ESGOTO".

“Os recursos são próprios da CORSAN e provenientes do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), do Governo Federal, no valor de R\$ 8,9 milhões. Estas obras de esgotamento sanitário elevam a cobertura de esgoto de zero para 45% na cidade, gerando mais saúde e contribuindo para revitalizar as águas da bacia do Rio Gravataí”.

O Sistema de Esgotamento Sanitário de Glorinha, composto por rede coletora do tipo separador absoluto, 4 estações de bombeamento, estação de tratamento de esgoto e emissário final recebeu Licença de Operação da FEPAM (7013/2015-DL) em 9/10/2015 para vazão máxima de 9,45 l/s.

Conforme consta no termo de licenciamento, o tratamento de esgoto sanitário é constituído de:

- tratamento preliminar, composto por gradeamento, desarenador e medidor de vazão; tratamento primário através de reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB);
- tratamento secundário composto por filtro biológico aerado submerso (FBAS), onde estarão associados uma unidade de mistura rápida, um floculador e um decantador secundário. O filtro biológico está associado em série ao reator anaeróbio;

Com essas condições implantadas, Glorinha está recebendo um tratamento de esgotamento sanitário de excelente qualidade. O maior desafio é manter a rede de esgotamento isolada da rede pluvial, para que a ETE possa funcionar dentro dos padrões previstos.

6.2.3 SES de Gravataí

Trata-se de um município com população urbana estimada em 280.296 habitantes em 2015 conforme estudo populacional realizado pelo PMSB/2014, sendo que a projeção para 2034 alcança 366.600 habitantes, com cerca de 95 % da população residindo em área urbana.

A prestação de serviços de esgotamento sanitário é realizada pela CORSAN e abrange a área urbana do município.

A Figura 168 apresenta o mapa integrado de esgotamento sanitário de Gravataí, destacando as áreas com rede de esgotamento implantada (em laranja) e com rede de esgotamento prevista (em amarelo).

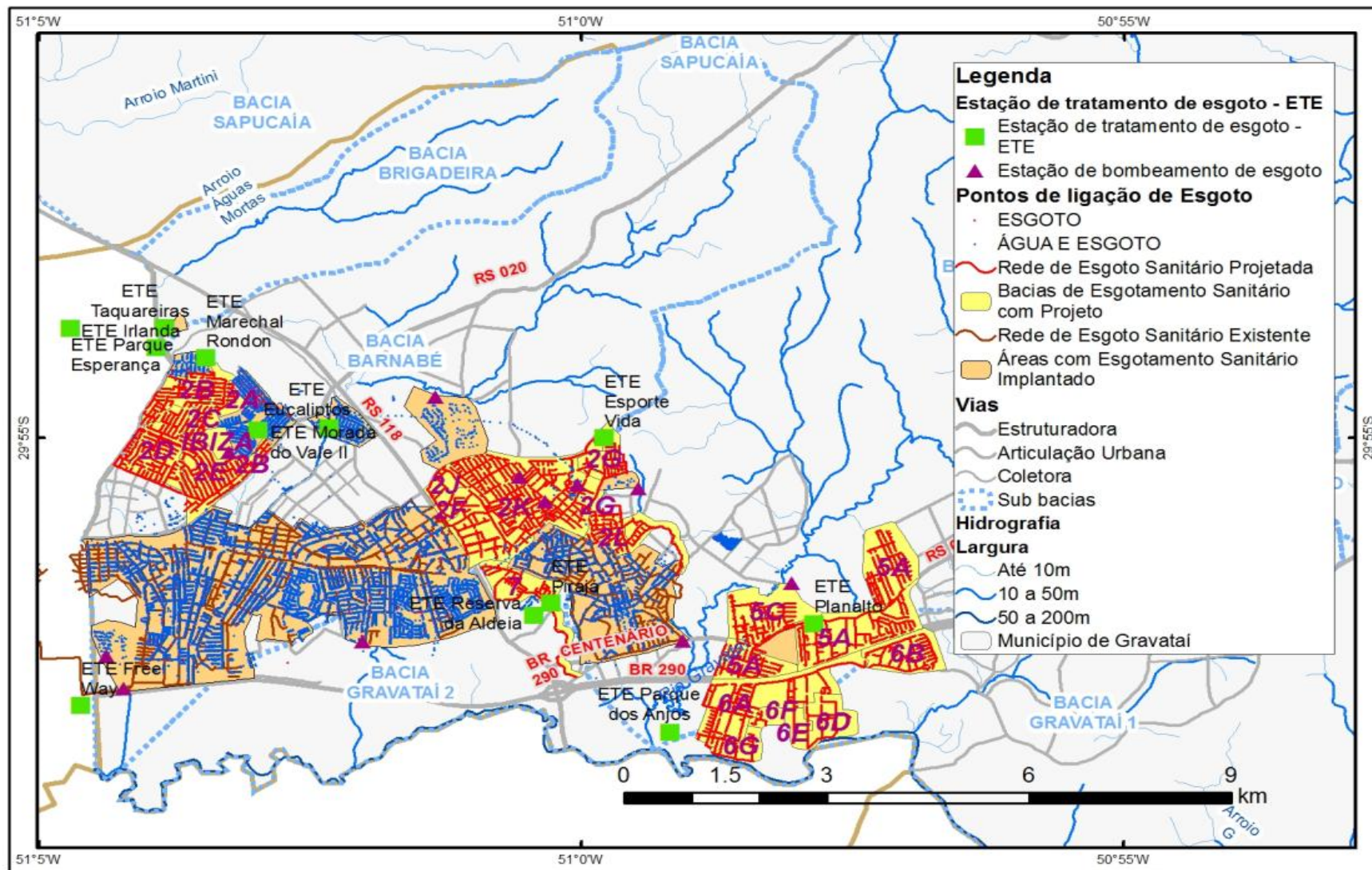


Figura 168 - Áreas atendidas e projetadas do sistema de esgotamento sanitário
(Fonte: CORSAN, 2013 – PMSB, 2014)

Os novos projetos (desde 2013) aprovados pela Prefeitura exigem o dimensionamento adequado de fossa e filtro.

Com relação às redes coletoras de esgoto, para universalização do SES (ano de 2034) foi previsto um percentual de 90,01% de atendimento para o município com sistema separador absoluto, ou seja, a previsão de implantação de mais 545 km, totalizando 790 km. Recursos do PAC 2, junto à Caixa Federal, garantiram recursos significativos a serem desembolsados até o final de 2016 para ampliação da rede coletora de esgotos de Gravataí e da Estação de Tratamento de Esgotos.

A FEPAM emitiu em 4/12/2015 Licença de Instalação de Ampliação para o SES – FREEWAY, incluindo implantação de 181 km de extensão de rede coletora em Gravataí e Cachoeirinha e a construção de 7 estações de bombeamento.

➤ **ETE do SES de Gravataí**

A principal estação de tratamento de esgoto de Gravataí é a ETE - Freeway (Integrada com SES de Cachoeirinha) e além dela, Gravataí conta com as ETE's Parque dos Anjos, Morada do Vale e Parque dos Eucaliptos.

Estação de Tratamento integrada com o município de Cachoeirinha denominada ETE – FREEWAY com capacidade licenciada de 390 l/s e vazão medida de operação de 172 l/s. Essa ETE recebe o esgoto das seguintes localidades de Gravataí: COHAB A, B e C, Vila Branca, Parque Olinda, São Vicente, Sítio Santa Fé, Cruzeiro, São Luiz, Nossa Chácara, Vila Rica, Parque Florido e Bonfim. Também atende o município de Cachoeirinha, onde está localizada. Após o tratamento o efluente é lançado no Rio Gravataí. Os seguintes níveis de tratamento encontram-se licenciados:

- tratamento preliminar composto de gradeamento e desarenador;
- tratamento secundário, composto por duas lagoas facultativas;
- tratamento terciário: composto por quatro lagoas de maturação.

A Licença de Instalação e Ampliação prevê a implantação de mais quatro módulos de 200 l/s, sendo 2 módulos já implantados na primeira etapa. Também autoriza a implantação de emissário em tubulação fechada com 1100 metros até o Rio Gravataí.

A Estação de tratamento com capacidade de 100 l/s, denominada ETE Parque dos Anjos, recebe os esgotos do centro de Gravataí e da General Motors, que são tratados preliminarmente no complexo industrial para após serem lançados na ETE, juntamente com os esgotos da Pirelli. Após o tratamento os efluentes são lançados no Arroio Demétrio.

Essa estação sofreu indeferimento da Licença de Operação em 2010, por apresentar operação e manutenção deficiente, recebimento de lodos de fossas sépticas não licenciados, e operar acima da vazão máxima licenciada.

No final de 2014, recebeu Licença Prévia de Ampliação para 200 l/s para atender somente o tratamento de efluentes do município de Gravataí, desautorizando o recebimento de efluentes industriais e de lodos de fossa.

A estação de tratamento com capacidade de 25 l/s, denominada ETE Eucaliptos, recebe os esgotos do Parque dos Eucaliptos e descarrega no Arroio Barnabé.

A estação de tratamento com capacidade de 10 l/s, denominada ETE Morada do Vale trata os esgotos das vilas Morada do Vale II e Quinta do Sol e descarrega no afluente do Rio Gravataí. O município ainda conta com diversas outras estações de tratamento de pequeno porte localizada em loteamentos.

As obras de ampliação da ETE Parque dos Anjos e da ETE Freeway irão praticamente dobrar a capacidade de tratamento de efluentes domésticos. Essas obras já estão contratadas e tem previsão para início no ano de 2017, segundo PMSB.

6.2.4 SES de Viamão

Trata-se de um município com população total da sede estimada em 245.301 habitantes em 2015 conforme estudo populacional realizado pelo PMSB/2014, sendo que a projeção para 2035 alcança 261.040 habitantes. O restante da população localiza-se nos aglomerados urbanos e área rural, conforme apresentado Quadro 69 abaixo.

Quadro 69 - População dos distritos e da área rural – PMSB, 2014

DISTRITO	POPULAÇÃO 2015	POPULAÇÃO 2035
	(ESTIMADA)	(PROJETADA)
Águas Claras	7.493	9.141
Itapuã	3.159	3.952
Capão da Porteira	899	926
Área Rural	13.173	12.073
Total:	24.724	26.092

(Fonte: PMSB-Viamão, 2014)

A prestação de serviços de esgotamento sanitário é realizada pela CORSAN e abrange a área urbana do município. Viamão tem sua área territorial dividida entre três importantes bacias hidrográficas, conforme mostrado na Figura 170:

- G080 Lago Guaíba;
- L020 Litoral Médio;
- G010 Gravataí (área em estudo nesse projeto)

O PMSB apresenta a seguintes informações referentes à abrangência do SES de Viamão:

- 9,53 % admite possuir esgoto a céu aberto;
- 13,24 % de domicílios com fossa rudimentar;
- 37,89 % que afirmavam ter ligações na rede pluvial;
- 38,30 % dos domicílios afirmam ter uma fossa séptica.

As sub-bacias que drenam esgotos para a bacia do Lago Guaíba reivindicam, com o apoio da Prefeitura de Viamão, a construção de rede coletora pública de esgoto e a sua ligação a rede coletora do DMAE, em Porto Alegre.

Entretanto, os projetos existentes de esgotamento sanitário para Viamão ocorrem somente na área da Bacia do Gravataí.

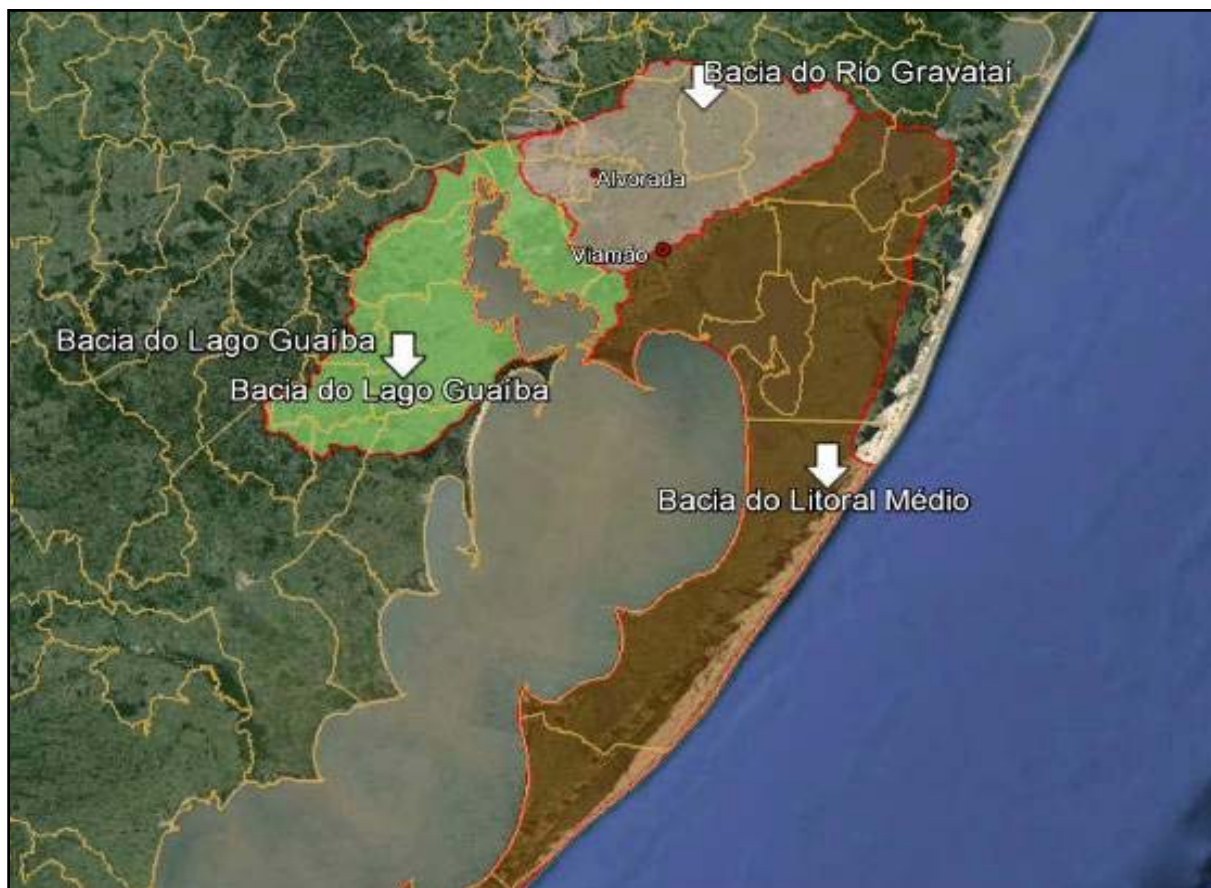


Figura 170 - Distribuição das bacias hidrográficas no município de Viamão
(Fonte: Transcrito do PMSB, 2014)

O PMSB identifica lançamento de esgoto sanitário em alguns pontos da rede de drenagem, principalmente em função de construções antigas, anteriores à exigência de instalações sanitárias adequadas, ou ainda de estabelecimentos construídos de forma irregular, incluindo ocupações em APP.

No Arroio Feijó há pontos crônicos de inundação junto da divisa com o município de Alvorada. Este fato é agravado pela inexistência de rede de esgoto do tipo separador absoluto e ocorrência de enxurradas agravadas pelo terreno de declividade acentuada.

Esta bacia está sendo objeto de estudo de concepção para contenção das cheias e adequação de ocupações irregulares. A proposição escolhida pelo estudo deve compor o cenário de configuração futura do sistema de drenagem.

A Figura 171 apresenta as ligações de esgoto existentes e as redes projetadas das sub-bacias que conformam o distrito sede de Viamão e que drenam águas superficiais para o Rio Gravataí.

Essa figura também apresenta outros pontos críticos que têm relação direta com o esgoto, incidindo nas áreas de alagamento, ou seja:

- Arroio Águas Belas: inundações na Vila Helenita que atingem as margens do arroio desde a estrada Com. Domingos Faustino até a Rua Tunísia;
- Arroio Diamantina: inundações frequentes em dois trechos da rua Guaíba;
- Arroio Mendanha: inundações ao longo de todo o trecho paralelo a rua Pero Vaz de Caminha;
- Sanga dos Melinhos: inundações nas margens desde a rua Capivari até a rua São Manoel. A existência de ocupação irregular em boa parte do trecho causa grandes transtornos no caso das inundações.

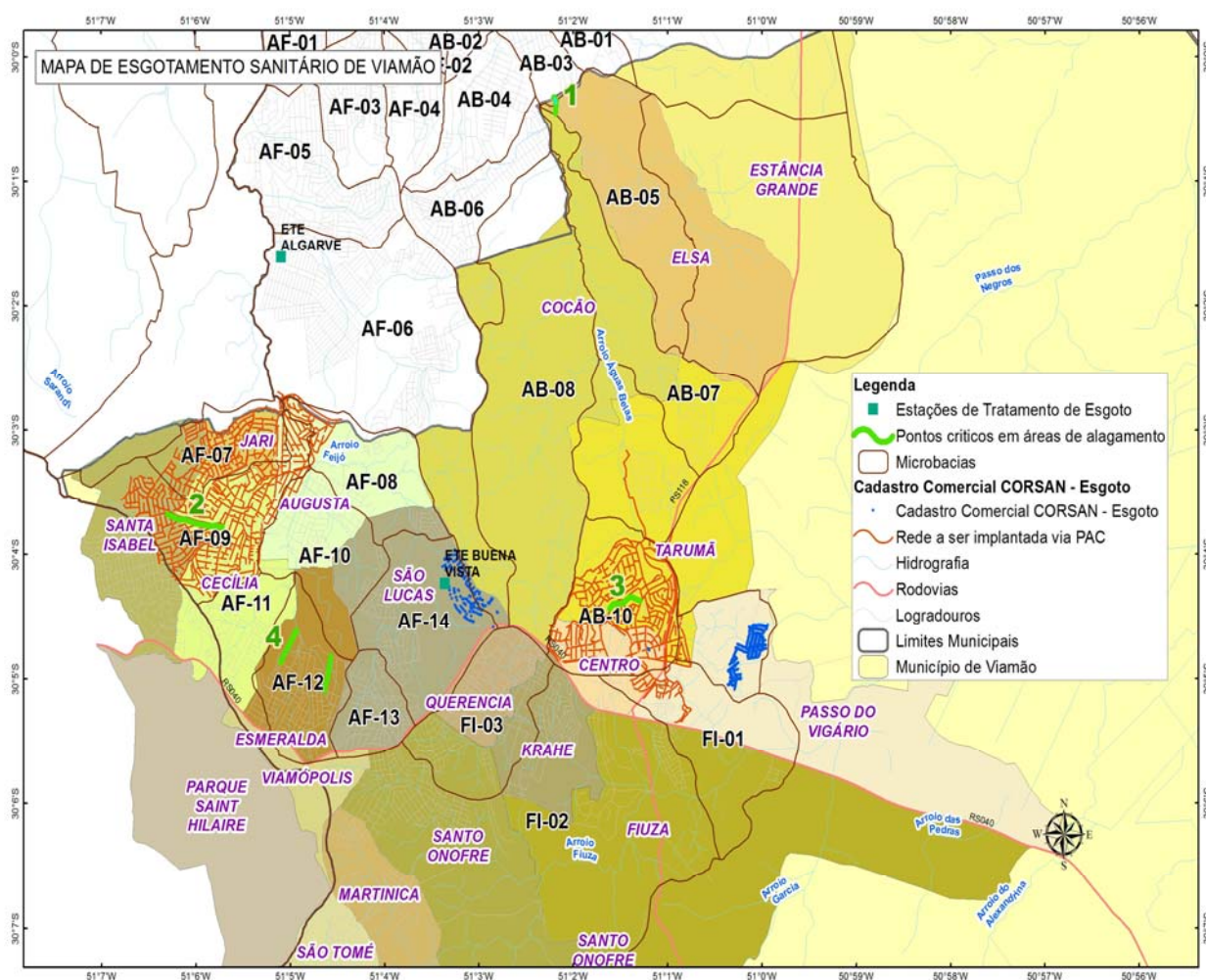


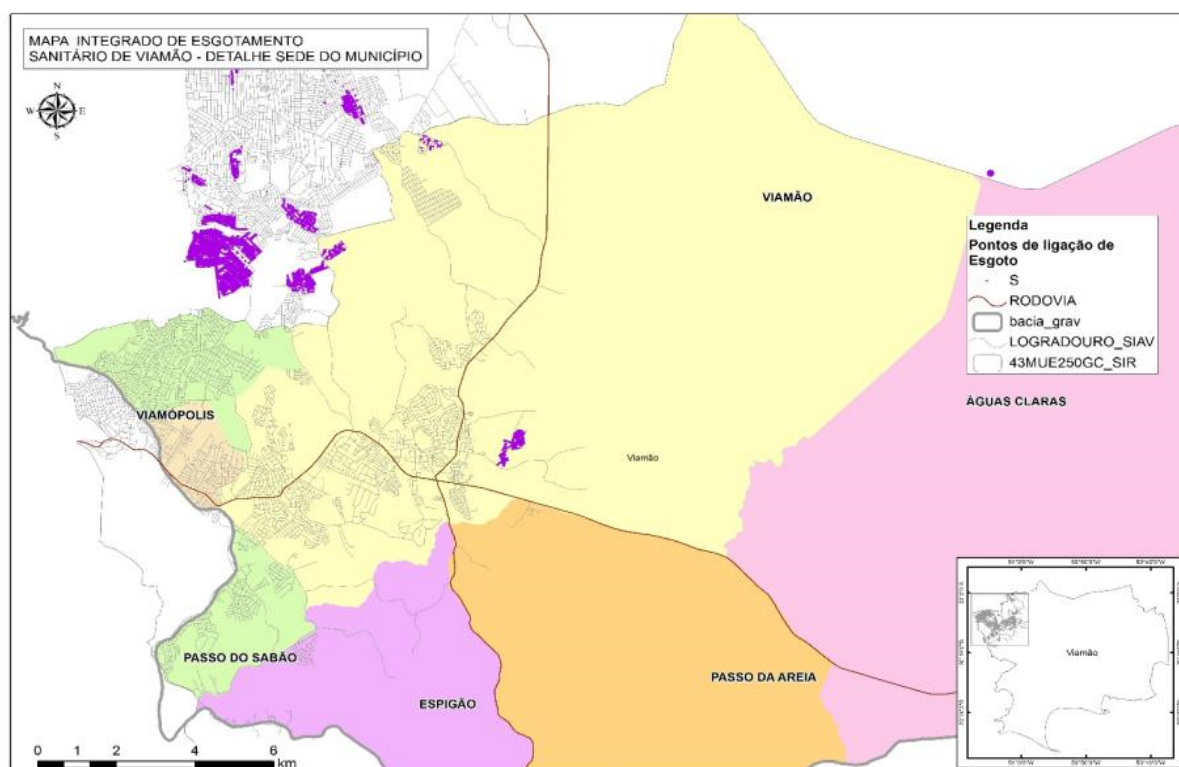
Figura 171 - Rede de esgotamento sanitário de Viamão
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

A população rural representa pouco mais de 6 % do total, nesta área basicamente o tratamento é feito por fossa negra ou rudimentar. Cerca de 13 % dos moradores da área rural se enquadram neste tipo de destino de esgoto, 12 % utiliza fossa séptica, e 8 % destina o esgoto diretamente para os rios ou valas de drenagem.

➤ **Rede Coletora do SES de Viamão**

Conforme o Cadastro Comercial da CORSAN, apenas 1.241 economias da sede municipal estavam ligadas na rede de esgoto separador absoluto de Viamão, o que corresponde a menos de 2% do total de economias atendidas pela concessionária (72.804 economias).

A Figura 172 apresenta a distribuição dos poucos ramais (pontos em roxo) com ligação de esgotamento sanitário, conforme cadastro comercial da CORSAN do primeiro semestre de 2016, que representam apenas loteamentos isolados em operação. Também apresenta a rede que se encontra em implantação através de recursos do PAC.



*Figura 172 - Ramais com ligação de esgoto em Viamão
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)*

Os recursos recebidos do PAC 1 e complementados pelo PAC 2 proporcionaram a implantação da rede coletora de esgoto nas sub-bacias AF-07 e AF-09 do Arroio Feijó, (contrato 119-13 entre CORSAN e GRIMON), que foi prorrogada até o segundo semestre de 2016.

Contempla o atendimento completo do bairro Jari e parcial da Vila Santa Isabel e Cecília. O Centro de Viamão e a região sul do bairro Tarumã também tiveram rede implantada e que será complementada com recursos do PAC 2.

Considerando a implantação completa dos projetos do PAC 1 e PAC 2, a ampliação do SES prevê o incremento de domicílios atendidos para 16.521 economias (23%). A rede a ser implantada conduzirá os efluentes até Alvorada, onde receberão tratamento.

A partir dessa implantação será caracterizada a operação Sistema de Esgotamento Integrado Alvorada-Viamão (SES Alvorada-Viamão).

➤ **ETE do SES de Viamão**

Quanto aos sistemas existentes com redes e ETE's em operação, tem-se:

- ETE Buena Vista (Loteamento Vera Chaves Barcelos): 11,41 l/s;
- Loteamento Visoplac: ETE de 1,88 l/s.
- Loteamento Jardim Estalagem: ETE desativada;
- Condomínio COHASPM I: ETE de 1,33 l/s;
- Condomínio Portville: ETE de 19,5 m³/dia.

A ampliação do SES prevê o incremento de domicílios atendidos para 2.770 economias até 2016 e para 16.521, até 2017 (CORSAN, 2014). A rede a ser implantada conduzirá os efluentes até Alvorada, onde receberão tratamento.

A partir dessa implantação será caracterizada a operação Sistema de Esgotamento Integrado Alvorada-Viamão (SES Alvorada-Viamão).

6.2.5 SES de Alvorada

O território de Alvorada está planejado apenas como área urbana pelo plano diretor, com população total de 195.673 habitantes em 2010/IBGE. Estudo populacional realizado pelo PMSB apresenta uma projeção de 225.564 habitantes para 2033.

O município de Alvorada está totalmente inserido na bacia do Rio Gravataí. O território do município pode ser dividido em três sub-bacias: do arroio Feijó (38%), do arroio Águas Belas (44 %) e do arroio Passo dos Negros (18 %).

A Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) presta serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário desde 1972, e segundo o PMSB/2013:

"O município de Alvorada não possuía um sistema de esgotamento sanitário implantado pela CORSAN até as obras recentes em execução do PAC, somente operava sistema executados por empreendedores particulares, como os loteamentos Jardim Algarve e o Jardim Aparecida."

O Jardim Algarve recebeu indeferimento da Licença de Operação em agosto de 2010, por apresentar operação precária. Entre as obras recentes estão:

- Implantação de 120 Km de redes coletoras nas bacias AF-01 (Bacia 1), AF-02 (Bacia 3), AF-04 (Bacia 5) e AB-02 (Bacia 2);
- Implantação de 02 estações de bombeamento nas bacias AF-01 e AB-02;
- Implantação de um módulo da ETE de 310 l/s.

A Figura 173 apresenta as ligações de esgoto conforme cadastro comercial da CORSAN em janeiro de 2014 e as bacias onde está ocorrendo a implantação mais significativa de redes coletoras.

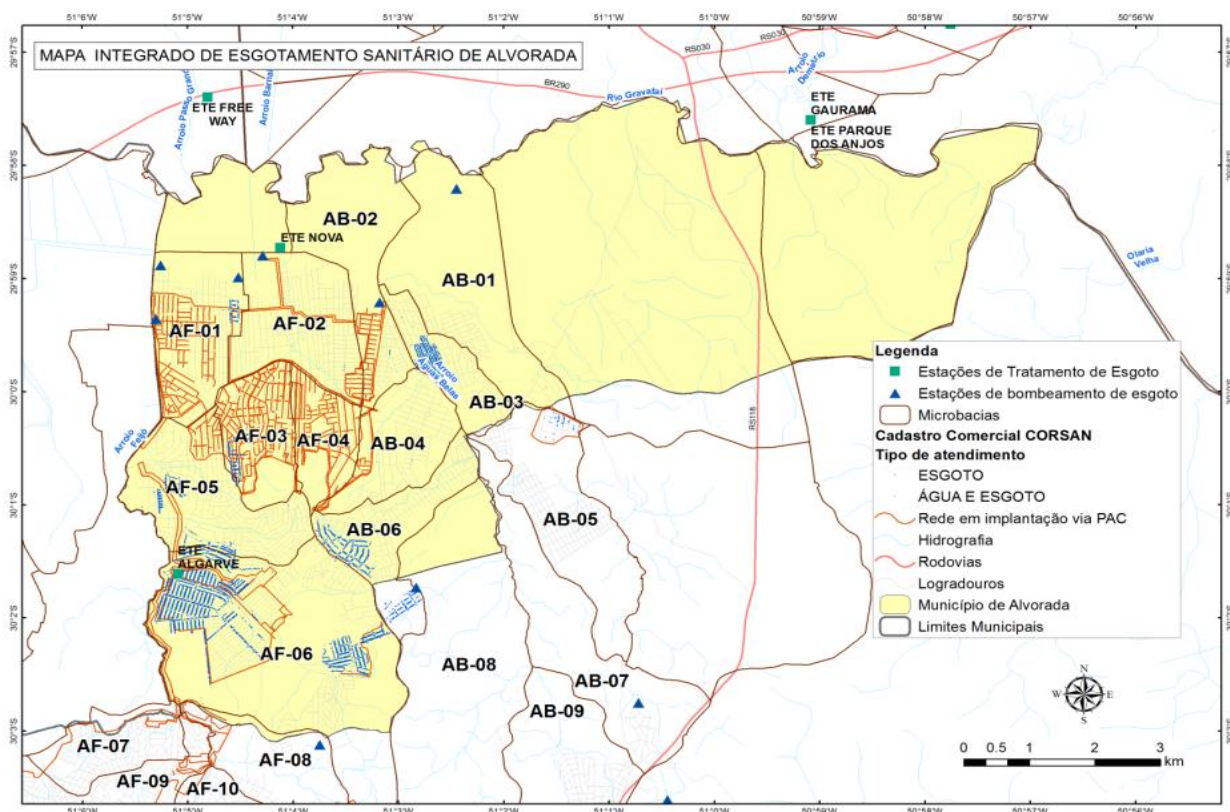


Figura 173 - Ligações de esgoto em operação e bacias com rede em implantação
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

➤ Rede Coletora do SES de Alvorada

O Quadro 70 apresenta resumo das redes coletoras de esgotos existentes e a serem implantadas em Alvorada.

A Licença de Instalação 766/2015 do SES Alvorada-Viamão foi emitida em 18/11/2015 e contempla 260 km de redes nas bacias Arroio Feijó, Águas Belas e Fiuza, estações de bombeamento, interceptor, emissário e ETE Alvorada.

Quadro 70 - Resumo das redes coletoras de esgoto existentes

Nome	Extensão Aproximada (Km)	Observações	Situação Atual
Bacia 1, 2, 3 e 5	120 Km de rede	Rede de coleta tipo separador absoluto com tratamento na ETE Alvorada	Em implantação
Lot. Jardim Algarve (Bacia 9)	44 Km de rede	Rede de coleta tipo separador absoluto com tratamento na ETE Algarve	Implantada
Lot. Jardim Aparecida (Bacia 9)	31 Km de rede	Rede de coleta tipo separador absoluto somente nas ruas pavimentadas. A carga poluidora é lançada diretamente no corpo receptor	Implantada
Bacia 8	11 Km de rede	Rede de coleta tipo separador absoluto lançada diretamente no coletor pluvial	Implantada
Bacia 9 (Região Central)	50 Km de rede	Rede de coleta tipo separador absoluto	Em implantação
Bacia 4	22 Km de rede	Rede de coleta tipo separador absoluto. Necessita de pouco reparo	Implantada
Bacia 21	8 Km de rede	Redes em manilha com sugestão de substituição gradual dos pontos com problema. Lançada na ETE 21 que se encontra desativada	Implantada
Bacia 23	6,9 Km de rede	Rede de coleta com tratamento na ETE 23	Implantada

(Fonte: PMSB-Alvorada, 2013)

➤ ETE do SES de Alvorada

A ETE Alvorada deverá ser implantada em 3 etapas, cada uma com módulos de 310 l/s.

Após o tratamento o efluente é lançado no Rio Gravataí, através de canalização fechada (emissário de 832 metros, PEAD, DN 750). Os seguintes níveis de tratamento estão planejados:

- tratamento preliminar composto por gradeamento, peneiramento, desarenador e medidor de vazão;
- tratamento secundário, composto por três reatores sequenciais a batelada (SBR), lagoa de amortecimento de vazão;
- tratamento terciário: executado por decantação assistida por produtos químicos e desinfecção em tanque de contato.

6.2.6 SES de Cachoeirinha

O território do município de Cachoeirinha é considerado área urbana (Plano Diretor Urbanístico) e sua população é estimada em 125.889 habitantes em 2015, e uma projeção de 139.724 habitantes para 2035 (PMSB/2014).

A Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) presta serviços de coleta e tratamento de esgotamento sanitário desde 1996.

A Figura 174 apresenta a área de abrangência das redes coletoras, a localização das elevatórias e ETE's que integram o sistema de esgoto sanitário de Cachoeirinha.

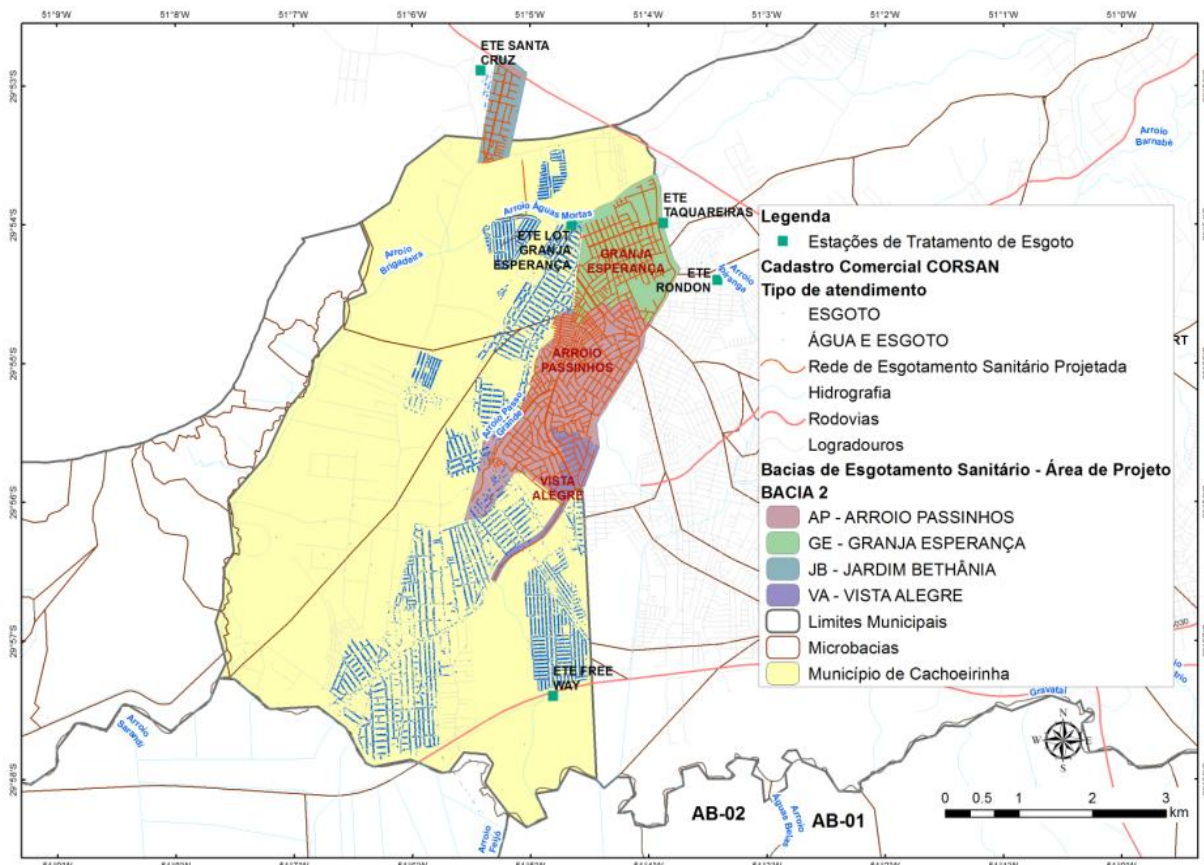


Figura 174 - Mapa integrado de esgotamento sanitário de Cachoeirinha
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Pela Figura 174 identificam-se claramente as áreas não atendidas pela rede coletora como áreas críticas, principalmente próximo à divisa com Gravataí, zona de significativa concentração populacional, e junto aos arroios Passinho, Águas Mortas e o Rio Gravataí.

➤ Rede Coletora do SES de Cachoeirinha

O PMSB aponta que o sistema de coleta do Esgotamento Sanitário do município de Cachoeirinha é do tipo Separador Absoluto e está implantado em praticamente metade do município, com extensão de rede de 176.330 metros.

Possui 27.177 economias ligadas conforme Cadastro Comercial da CORSAN no primeiro semestre de 2016, sendo 25.162 domicílios residenciais, ou seja, um crescimento de praticamente 50%, quando se compara com os dados do SNIS de 2011, compilados no PMSB e apresentados no Quadro 71.

Se for considerada uma dotação de 3 habitantes por domicílio, percebe-se um atendimento que corresponderia a aproximadamente 60% da população. Deste total, o efluente de aproximadamente 80% das economias é direcionado para o tratamento na ETE Free-way, e o 20% restante de efluente é direcionado para tratamento na ETE Granja Esperança.

Segundo diagnosticado, existem ainda, uma quantidade significativa de economias factíveis de ligação, ou seja, a rede coletora está pronta e os loteadores não formalizam a interligação do sistema.

Quadro 71 - Dados do serviço de esgotamento sanitário

Item	Unidade	Valor
População atendida total (E001)	habitante	48.130
População atendida urbana (E026)	habitante	48.130
Extensão da rede de esgoto (ES004)	km	176,3
Quantidade de ligações ativas de esgoto (ES002)	ligação	13.514
Quantidade de economias ativas de esgoto (ES003)	economia	16.900
Economias residenciais ativas (ES008)	economia	15.985
Extensão da rede de esgoto por ligação (IN021)	m/ligação	12,9
Volume coletado (E005)	1.000 m ³ /ano	3.216,00
Volume tratado (E006)	1.000 m ³ /ano	3.216,00
Volume faturado (E007)	1.000 m ³ /ano	1.985,00
Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de esgotamento sanitário (IN059)	kWh/m ³	0,26
Índice de atendimento total com esgotamento sanitário (IN047)	%	40,4
Índice de coleta de esgoto (IN015)	%	0
Índice de esgoto tratado referido à água consumida (IN046)	%	48,7

(Fonte: SNIS, 2011 e PMSB, 2014)

➤ ETE do SES de Cachoeirinha

O sistema de tratamento do Esgotamento Sanitário de Cachoeirinha conta com duas Estações de Tratamento de Esgoto:

- ETE "Free-way": 2 módulos de lagoas de estabilização em série. Cada módulo é composto por uma lagoa anaeróbica, uma lagoa facultativa e uma lagoa de maturação, totalizando uma área física de 513.320 m², com capacidade de tratamento de 390 l/s, e inclui o tratamento de efluentes de Gravataí;
- ETE Granja Esperança: uma lagoa aerada com profundidade de 2,4 m, possui área física de 1.279 m² e o volume de 4.150 m³, com vazão média de 22 l/s.

O SES-Cachoeirinha possui Licença de Operação 7323/2015, emitida em 23/10/2015 pela FEPAM, consistindo de redes coletoras na zona urbana, quatro estações elevatórias, e da ETE Freeway com vazão máxima de 360 L/dia.

O PMSB (2014) identifica que as ETEs devem ser ampliadas e reformuladas, incluindo então tratamento em nível terciário, atendendo a Resolução CONSEMA N°128, (mais 02 módulos de 200 l/s), com processo de lodos ativados seguindo de decantação assistida, visando remoção adicional de nutrientes.

A CORSAN prevê para o SES a seguinte cobertura dos serviços:

- Sistema Individual: 0,7 % (2018) e 9,7 % (2035);
- Sistema Misto e Separador: 45,4 % (2018) e 90,0 % (2035).

A meta de universalização do SES prevê então atendimento de 41.073 economias, ou seja, 90,0 %, segundo o PMSB.

Para ampliação do sistema estão previstos pelo PMSB, e cobertas pela Licença de Instalação de Ampliação 813/2015, de 4/12/2015:

- Implantação de 99.101 m de rede coletora (diâmetros entre 150 a 600 mm) atendendo as sub-bacia Jardim Bethânia, Granja Esperança, Vista Alegre e Arroio Passinhos;
- Implantação das elevatórias: Jardim Bethânia, Granja Esperança;
- Reforma das elevatórias: Morada do Bosque e Elevatória 2.

6.2.7 SES de Canoas

Conforme o Plano Diretor Urbanístico, Canoas possui apenas área urbana em seu território, e sua população é estimada em 339.305 habitantes para 2015, e uma projeção de 363.979 habitantes para 2035 (Prósinos/2014).

A Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) presta serviços de abastecimento de água (Sistema Integrado Canoas, Esteio e Sapucaia - SICES) e coleta e tratamento de esgotamento sanitário.

Segundo o Plano Municipal de Abastecimento de Água e Esgoto Sanitários de Canoas/2014, do total de 103.914 domicílios, 6% adotam o sistema individual de tratamento de esgoto. A grande maioria, 75,6%, utiliza, indevidamente, o esgoto sanitário doméstico ligado à rede pluvial.

O restante dos domicílios, que resultam em 18,4 %, utiliza o sistema separador instalado.

➤ Rede Coletora do SES de Canoas

O SES separador absoluto não está totalmente implantado, existindo regiões onde funciona ainda o sistema misto/parcial e sistema unitário ou combinado.

A Figura 175 apresenta as regiões onde o sistema separador absoluto está funcionando e em implantação em todo o município de Canoas, enquanto a Figura 176 dá ênfase à região da bacia do Rio Gravataí.

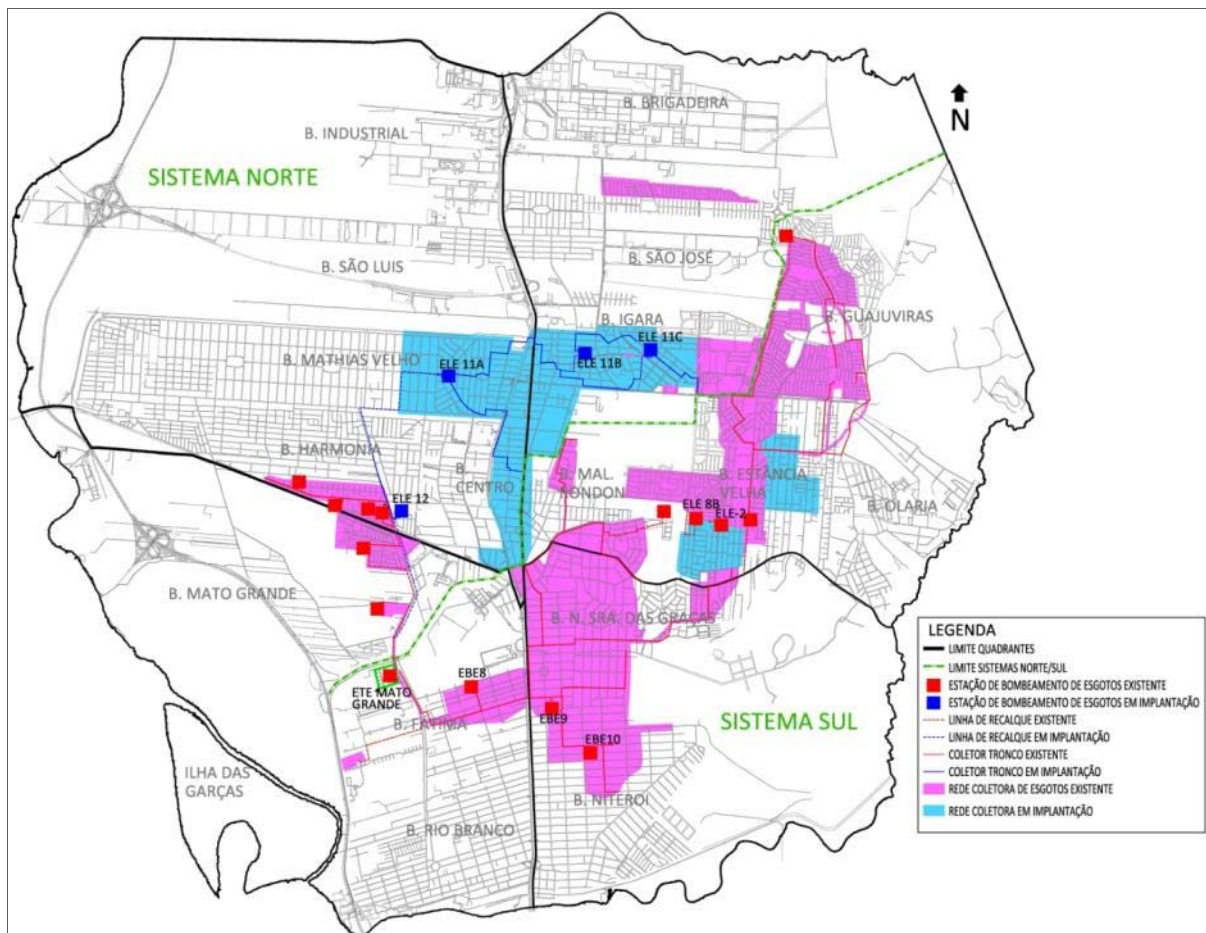


Figura 175 - Sistema de esgotamento existente em todo o município de Canoas
(Fonte PLAMSAB, 2012)

As áreas demarcadas em cor rosa são as que representam o sistema de esgotamento existente e em operação. Identificam-se ainda algumas elevatórias de esgoto (total de 22) e os coletores tronco.

As áreas delimitadas pela cor azul estão em obras ou previsões de implantação do PAC II.

Observa-se ainda que boa parte dos Bairros Rio Branco, Fátima e Niterói, que compõem parte da bacia do Rio Gravataí carecem de implantação de rede coletora de esgotos.

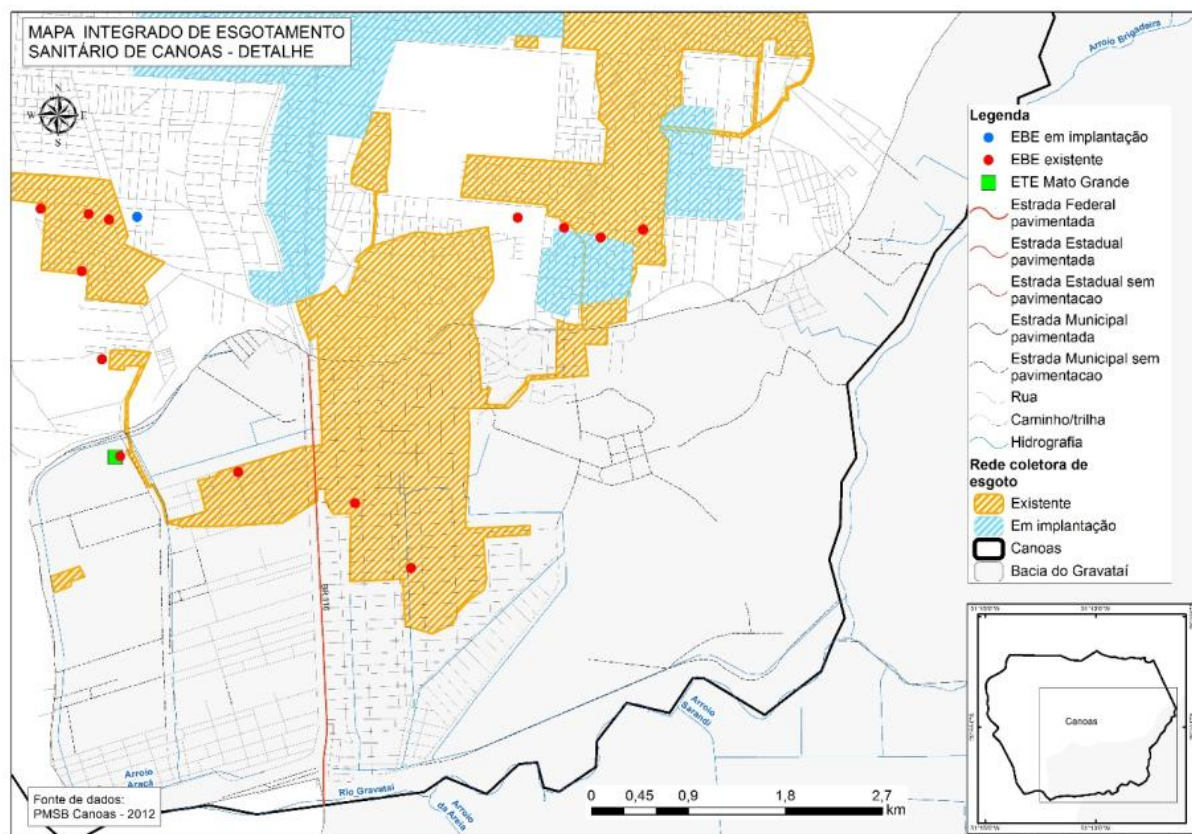


Figura 176 - Mapa integrado de esgotamento sanitário de Canoas – Detalhe
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Segundo PLAMSAB (2012), a rede coletora implantada é formada por aproximadamente 48.550 m de coletores e 10.850 m de interceptores existentes, sendo que estão em fase de implantação (obras do PAC), 97.000 m de tubulação de novos coletores.

Ao final destas obras a cidade irá disponibilizar a coleta de esgoto para aproximadamente 50 % de sua população.

A Figura 177 apresenta ainda as áreas com rede implantada, porém não conectadas a ETE, bem como as áreas onde os projetos estão disponíveis, porém não tem previsão de início das obras.

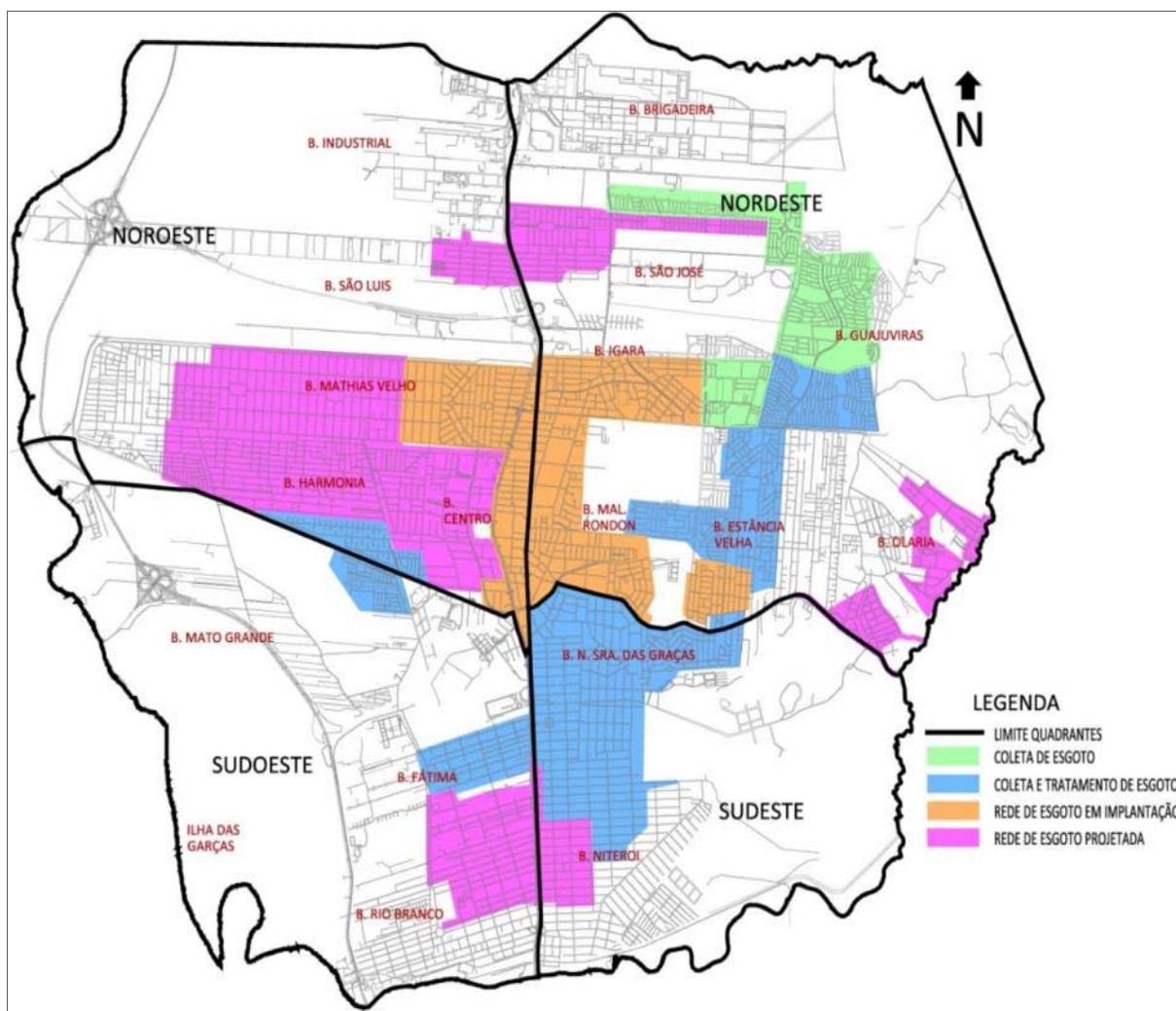


Figura 177 - Situação atual do esgotamento sanitário da cidade de Canoas
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

➤ ETE do SES de Canoas

Canoas conta com uma Estação de Tratamento que recebe todo o esgoto sanitário coletado na cidade, denominada ETE Mato Grande, com capacidade de projeto de 260 l/s mais 13% de sobrecarga, e opera atualmente com apenas 60 l/s, haja vista carência de rede coletora.

A Licença de Operação 7090/2008 venceu em 2012 e não tinha sido renovada até o final de 2015.

Estão em fase de execução das obras, os projetos do PAC:

- Rede coletora: Bacia 8A - 4.166 m; Bacia 11A - 25.676 m; Bacia 11B - 5.784 m; Bacia 11C - 8.348 m; Bacia 12 - 20.340 m; Bacia 13 - 7.633 m; Bacia 15 - 14.102 m; Interceptor N - 998 m;
- Elevatórias: EBE 12; EBE 11C; EBE 11B; EBE 8B; EBE 11.

Estão concluídos aproximadamente 63 km de rede coletora que ainda não entraram em operação por dependerem de elevatórias e emissários.

Com estes investimentos Canoas elevará o percentual de esgotos tratados dos atuais 13%, para 38%. Com a sequência do PAC 2 o índice de coleta e tratamento alcançará 50% (PLAMSAB).

O mesmo estudo aponta para a região da bacia do Rio Gravataí, os seguintes problemas em se tratando do SES:

- Rede coletora da bacia B18 (bairro Guajuviras) apresenta problemas quanto a sua localização;
- Inoperância ou ausência de elevatórias, que impossibilita a conexão dos coletores ao sistema de tratamento, inviabilizando chegada de esgotos na ETE;
- Lançamento de efluentes cloacais diretamente na rede de drenagem;
- Vila João de Barro;
- Bairro Rio Branco e parte do bairro Fátima;

Conclui-se que o SES de Canoas precisa ser ampliado para aumentar o percentual de atendimento atual, haja vista que a rede coletora e elevatórias em operação não viabilizam a operação da ETE.

O PLAMSAB aponta que a ETE carece de duplicação para atingimento da universalização dos SES, e ainda indica necessidade de adequação tecnológica, já previsto no plano de investimentos da CORSAN.

Foi identificado ainda o fato de que parte dos domicílios não está ligado à rede coletora existente, exigindo ações administrativas e legais para viabilizar o SES economicamente, bem como sua eficácia operacional e ambiental.

6.2.8 SES de Porto Alegre

De acordo com IBGE/2010, a população de Porto Alegre era de 1.409.351 habitantes. A estimativa do crescimento populacional indica que em 2030 (ano da universalização), a população será de 1.568.820 habitantes.

Como o município drena suas águas para as bacias hidrográficas do Lago Guaíba e Rio Gravataí, estima-se que as contribuições de esgoto sanitário alcancem 78 e 22 %, respectivamente.

O Departamento Municipal de Água e Esgotos de Porto Alegre é a autarquia municipal criada em 15 de dezembro de 1961, responsável pela gestão do SAA e SES.

Segundo dados do PMSB (2015), o município de Porto Alegre foi dividido em 10 Sistemas de Esgotamento Sanitário:

- SES Sarandi;
- SES Rubem Berta;
- SES Navegantes;
- SES Ponta da Cadeia;

- SES Cavanhada;
- SES Zona Sul;
- SES Salso;
- SES Belém Novo;
- SES Lami;
- SES Ilhas.

Estes 10 SES estão, por sua vez, divididos em subsistemas, tendo como base as 28 bacias do município de Porto Alegre (PDE/99), que foram agrupadas na formação dos Sistemas, por apresentarem características semelhantes em relação às exigências de tratamento e à inserção regional no município.

A Figura 178 apresenta a distribuição dos SES citados. Destes 10 sistemas, somente o SES Sarandi e SES Rubem Berta coletam e contribuem integralmente para a Bacia do Rio Gravataí.

Os demais sistemas já contam com ações de esgotamento sanitário consolidadas, previstas nos planos diretores anteriores que são os SES Navegantes, Zona Sul, Belém Novo, Lami, Sarandi, Ponta da Cadeia, Cavanhada e Salso.

O PMSB que tratou especificamente do SES prevê a universalização até o ano de 2030. Atualmente o percentual de coleta de esgotos sanitários pelo sistema separador absoluto alcança 62,1% do total.

A capacidade instalada em se tratando do tratamento dos efluentes alcança 80% do total previsto, o que indica defasagem entre o volume coletado e aquele potencialmente tratado.

Imprescindível igualmente neste processo é a conscientização da população porto-alegrense que deve contribuir, cumprindo o seu papel social e ambiental, interligando corretamente a sua tubulação sanitária domiciliar na rede coletora pública adequada, quando esta estiver disponível.

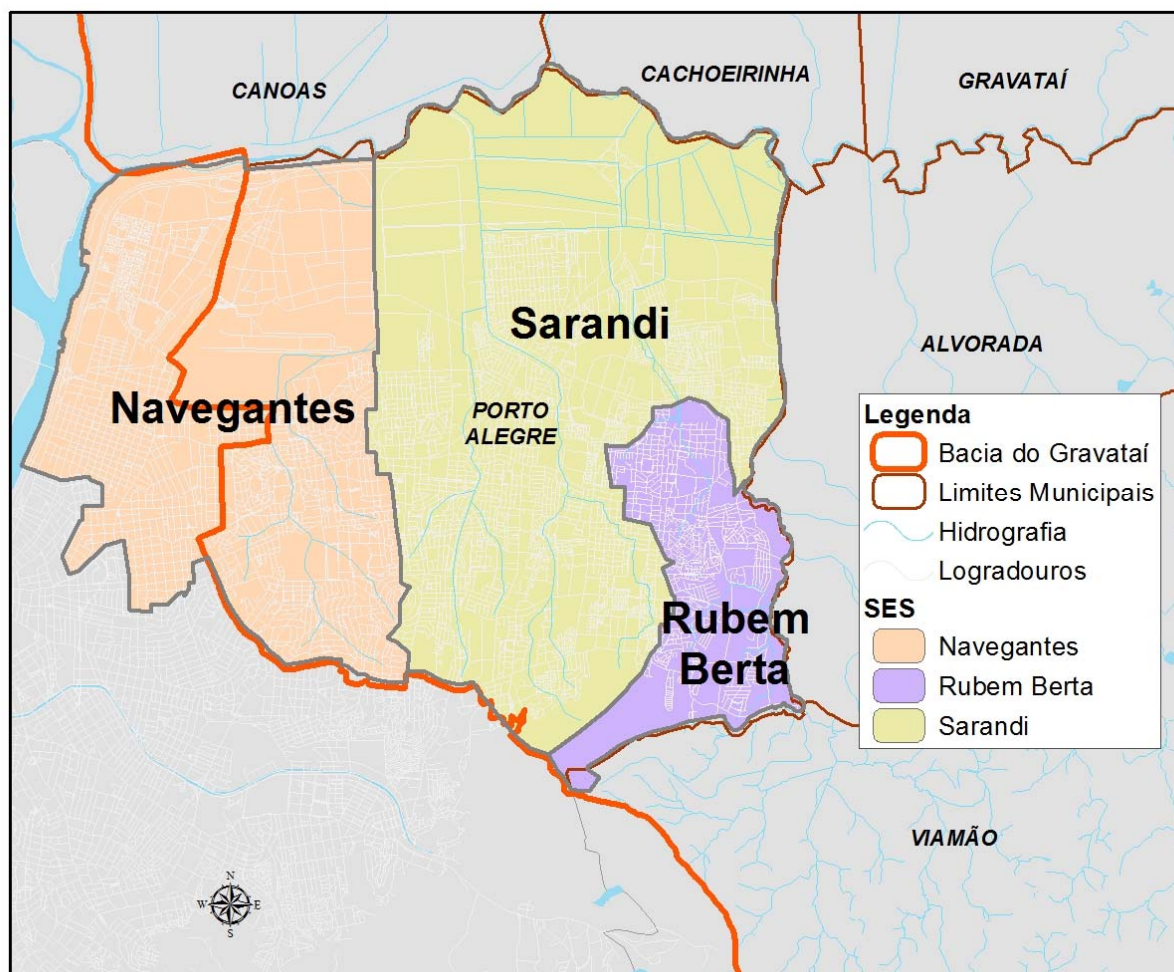


Figura 178 - Sistema de esgotamento sanitário de Porto Alegre na Bacia do Gravataí
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

✓ **SES Sarandi**

O Sistema de Esgotamento Sanitário Sarandi é composto integralmente pelas áreas das Bacias Hidrográficas da Várzea do Gravataí (VG) e do Arroio Passo das Pedras (APP-1 a APP-10) e parcialmente pelas Bacias dos Arroios Santo Agostinho (ASA-1 a ASA-4) e Feijó (AF-1) – PMSB/2015.

Na área de abrangência deste Sistema se encontram inseridos integralmente os bairros Sarandi, Passo das Pedras, São Sebastião, Jardim Lindoia, além da região com nomenclatura definida (zona indefinida/Sarandi), além de parcelas dos bairros Anchieta, Cristo Redentor, Vila Ipiranga, Vila Jardim, Jardim Itu-Sabará, Jardim Carvalho, Protásio Alves, Rubem Berta e Mário Quintana.

A população residente na área de abrangência deste SES era de 237.382 habitantes (IBGE/2010), o que correspondia a 17,45% da população total de Porto Alegre, com projeção para 2030, horizonte de planejamento, de 272.101 habitantes, (17,34%).

A Figura 179 ilustra a configuração atual do SES Sarandi, conforme apresentado pelo PMSB/2015, enquanto a Figura 180 demonstra as proposições para universalização do esgotamento sanitário na área de abrangência do referido SES.

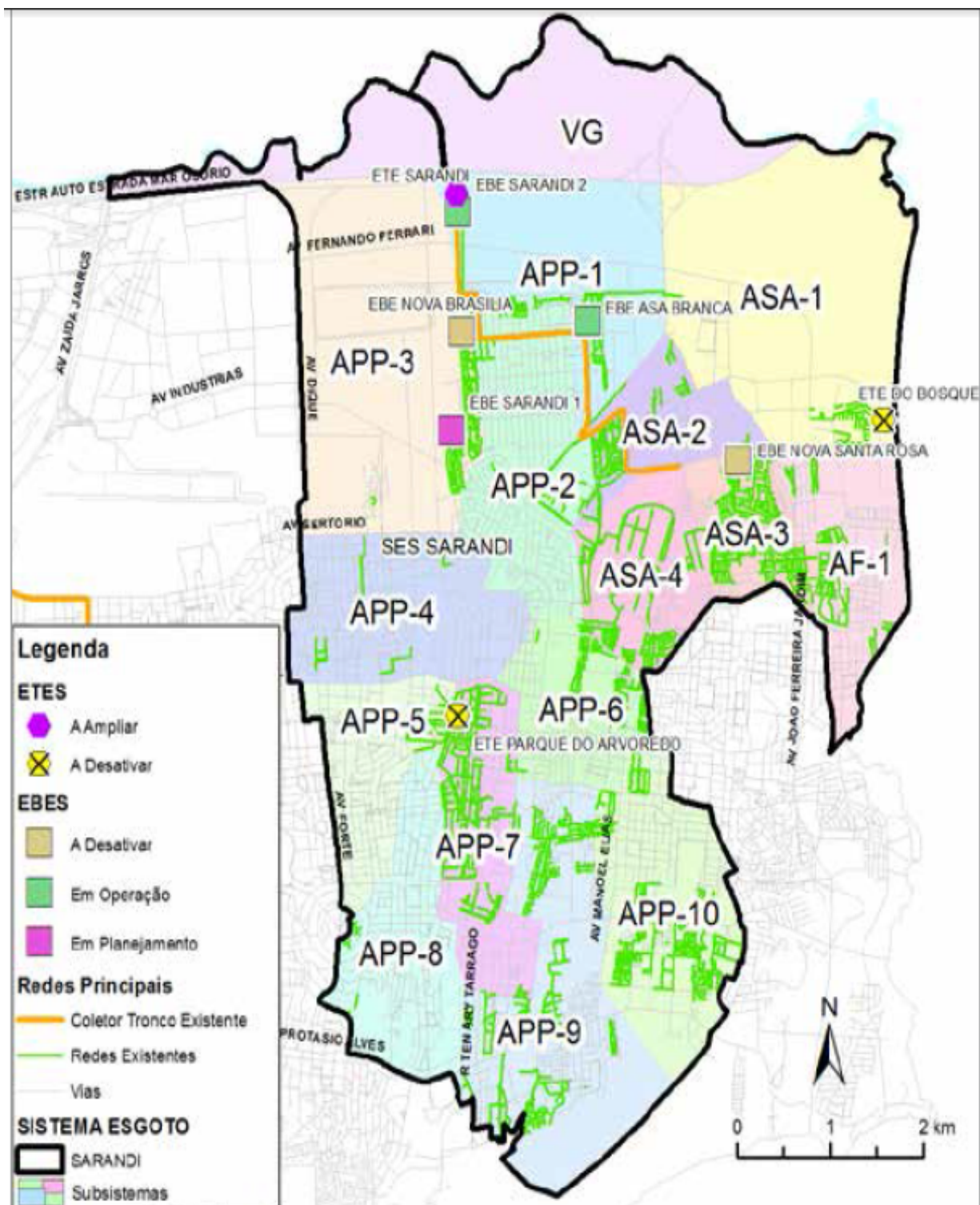


Figura 179 - Rede do SES Sarandi Atual
(Fonte: PMSB, 2015)

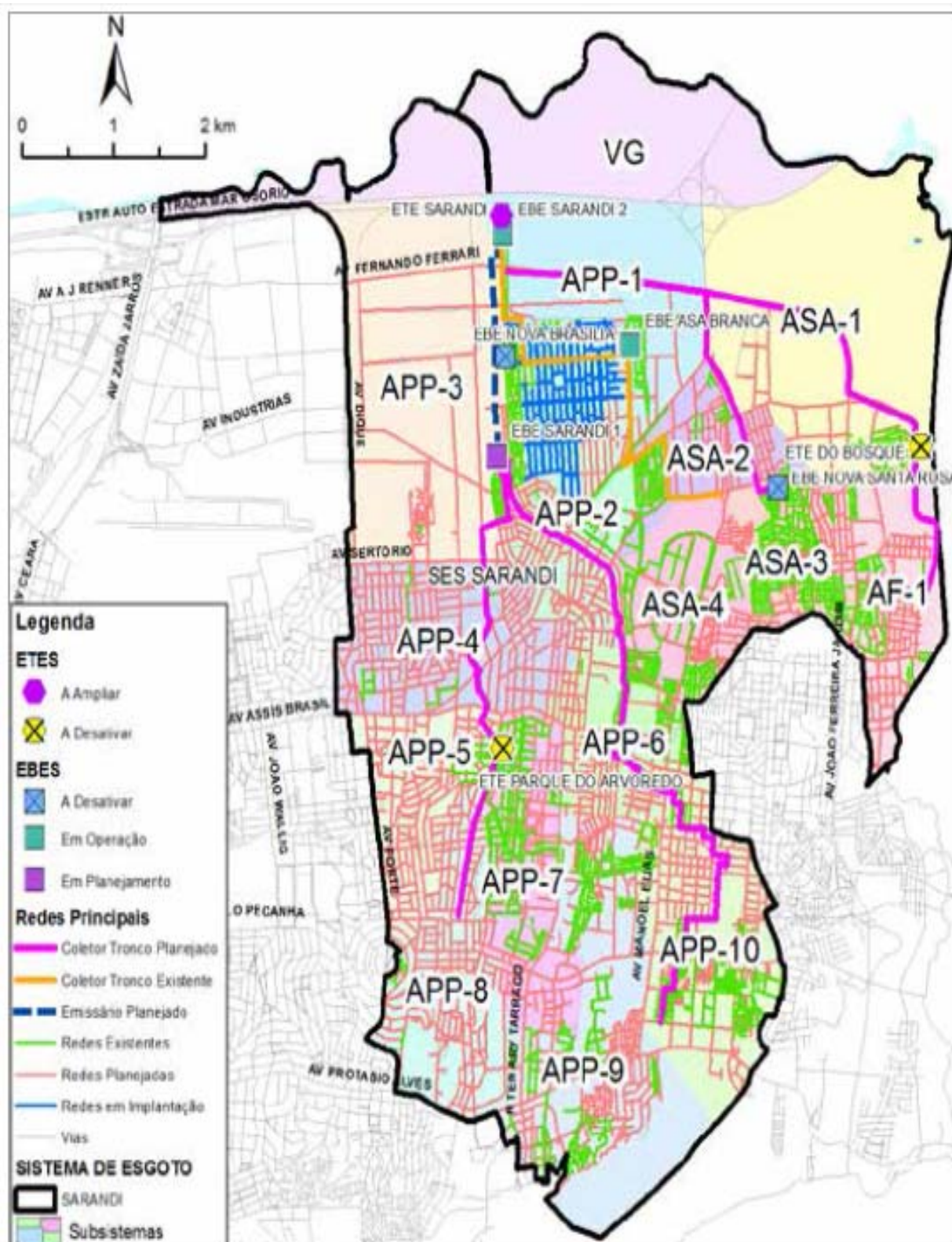


Figura 180 - SES Sarandi – Planejamento para universalização do SES
(Fonte: PMSB, 2015)

➤ Rede Coletora do SES Sarandi

Na área do SES Sarandi já estão implantados e em operação 176,93 km de redes coletoras, representando 27,2% do total necessário para a universalização do SES.

Parte da rede existente atende a pequenos núcleos isolados que serão integrados à malha coletora do SES, quando for implantado o respectivo coletor-tronco.

Em resumo a situação do SES Sarandi em se tratando da Rede Coletora:

- o Rede Coletora Implantada: 176,93 km;
- o Rede Necessária: 631,62 km;
- o Rede em Execução: 41,18 km;
- o Déficit de Rede: 413,51 km.

➤ ETE do SES Sarandi

O PMSB aponta a necessidade de que enquanto a rede coletora não estiver totalmente implantada, as estações de tratamento de esgotos que atendem a núcleos isolados (ETEs Arvoredo e do Bosque) permanecerão ativas.

A ETE Arvoredo está localizada no bairro Jardim Itu, tem capacidade 16,3 l/s, lança efluentes para o Arroio Passo da Mangueira e, na sequência, para o Arroio Passo das Pedras que é afluente do Rio Gravataí.

A ETE do Bosque está localizada no bairro Mário Quintana, tem capacidade de 7,34 l/s, e seus efluentes seguem para o Arroio Feijó, afluente do Rio Gravataí.

A ETE Sarandi está localizada no bairro Sarandi e opera atualmente com efluentes coletados dos bairros Nova Brasília, Asa Branca, Ipê São Borja, Elisabete e Nova Santa Rosa.

Conforme o referido estudo, a estação de tratamento de esgotos (ETE) Sarandi, projetada em seis módulos, apresenta atualmente o 1º módulo em operação, com capacidade para atender a 50.000 pessoas, (21 % da população de 2010), qual seja vazão nominal de 133 l/s de esgotos em nível terciário.

✓ SES Rubem Berta

Conforme o PMSB/2015 o Sistema de Esgotamento Sanitário Rubem Berta é constituído parcialmente pelas bacias hidrográficas dos arroios Santo Agostinho (ASA-5) e Feijó (AF-2, AF-3 e AF-4), incluindo os bairros Mário Quintana (70% da área do bairro), Protásio Alves (32%) e Rubem Berta (43%).

De acordo com IBGE/2010 a população residente na área de abrangência deste SES era de 54.840 habitantes (3,89% da população total de Porto Alegre).

A população projetada para 2030, horizonte de planejamento, é de 72.760 habitantes (4,64% da população total).

O Sistema Rubem Berta, inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, carece de investimentos na área de esgotamento sanitário. Os esgotos gerados neste SES, em sua maior parte, são coletados em rede pluvial, normalmente após tratamento em tanque séptico (individual ou coletivo).

A Figura 181 ilustra a configuração atual do SES Rubem Berta, conforme apresentado pelo PMSB/2015, enquanto a Figura 182 demonstra as proposições para universalização do esgotamento sanitário na área de abrangência do referido SES.

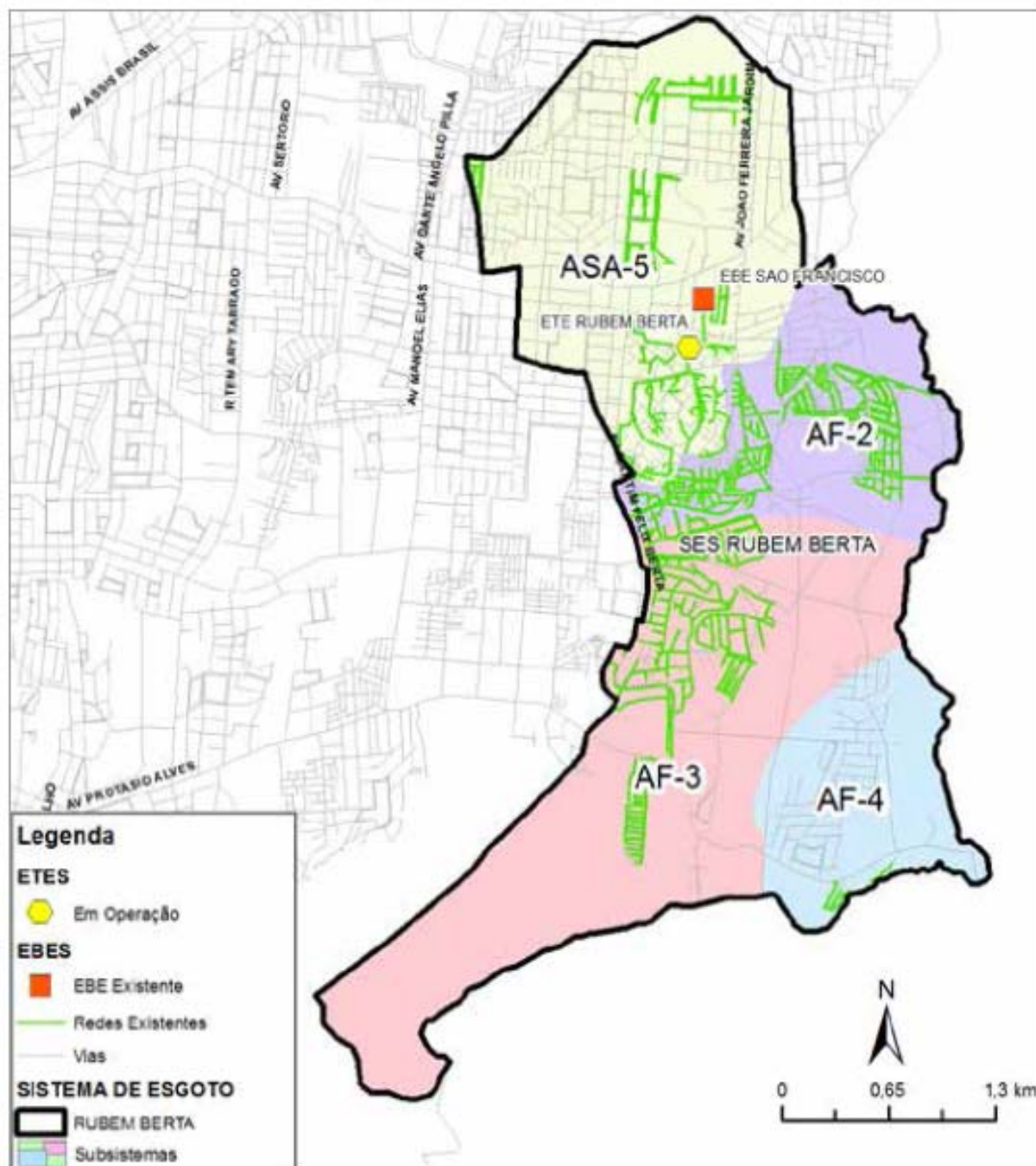


Figura 181 - Situação atual do SES Rubem Berta
(Fonte: Transcrito do PMSB, 2015)

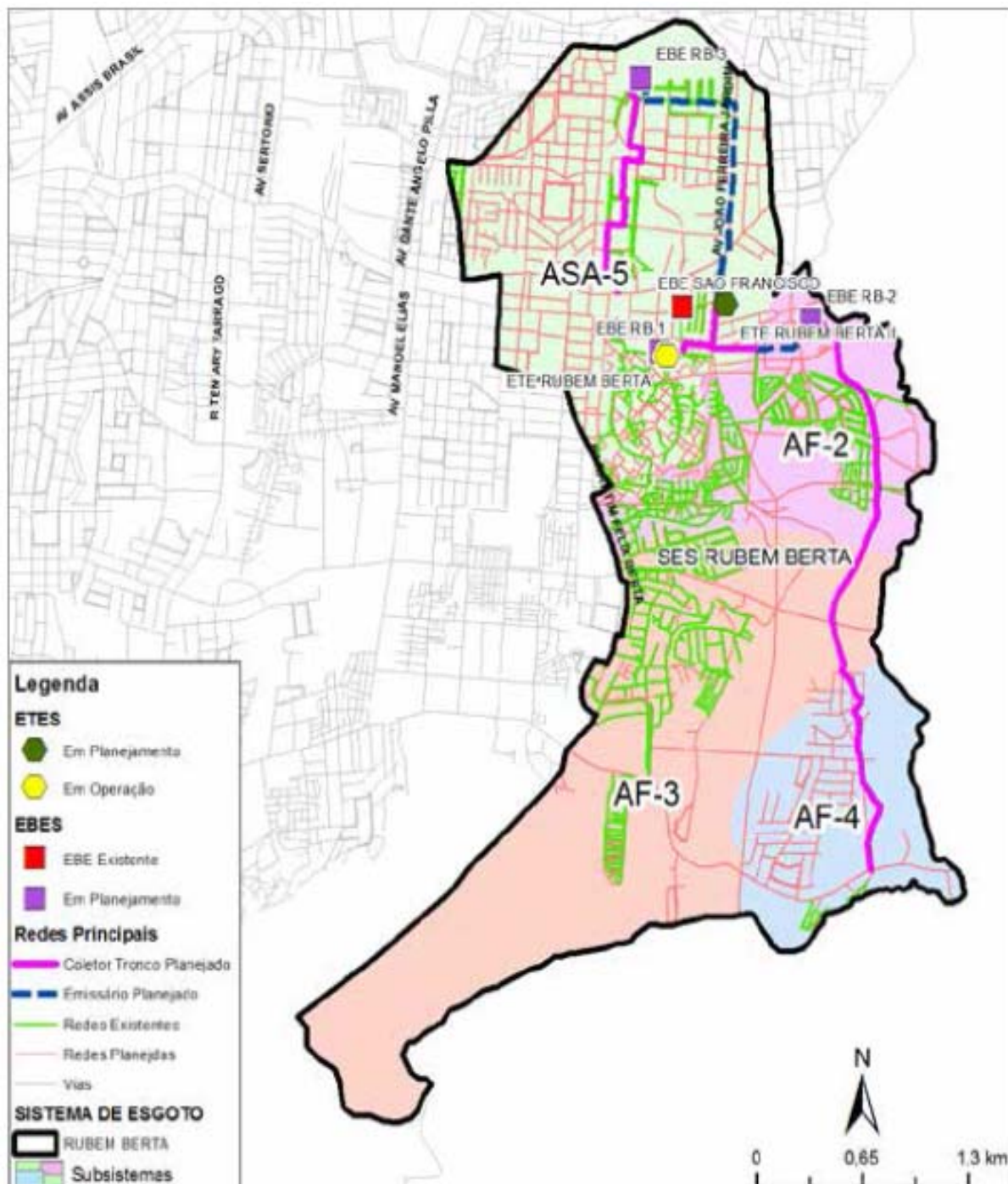


Figura 182 - SES Rubem Berta – Planejamento para universalização do SES
(Fonte: Transcrito do PMSB, 2013)

A extensão total de vias para implantação do sistema de coleta de esgotos (redes, coletores-tronco e interceptores) para atendimento de todo o SES é 132,18 km. Este SES não conta com coletores-tronco nem com estações de bombeamento ou ETE com capacidade para o atendimento da população prevista.

➤ **Rede Coletora do SES Rubem Berta**

O PMSB/2015 identificou presença de redes coletoras em núcleos isolados, como o loteamento da antiga COHAB, o Núcleo Habitacional Rubem Berta, que conta com estações de bombeamento e de tratamento de esgotos em nível secundário. Em resumo a situação do SES Rubem Berta em se tratando da Rede Coletora:

- o Rede Coletora Implantada: 58,24 km;
- o Rede Necessária: 152,69 km;
- o Déficit de Rede: 94,45 km.

➤ **ETE do SES Rubem Berta**

Atualmente, no SES Rubem Berta há somente uma estação de tratamento de esgotos que atende a um núcleo isolado, que é a ETE do Núcleo Habitacional Rubem Berta, localizada no bairro de mesmo nome, na Bacia do Arroio Santo Agostinho, com capacidade nominal de 42,56 l/s.

Esta ETE será desativada, sendo que atualmente o efluente tratado segue para a rede coletora pluvial que contribui para o Arroio Feijó, afluente do Rio Gravataí.

A ETE Nova Rubem Berta é a estrutura prevista pelo PMSB para o tratamento do referido SES, com processo que garante o atendimento dos padrões de emissão estabelecidos na legislação ambiental vigente, ou seja, que prevê a remoção de nutrientes e desinfecção, com vazão nominal é de 227 l/s, necessária para a universalização em 2030.

6.3 SES Atual e Metas de Enquadramento

A Resolução nº 113/2012 do Conselho dos Recursos Hídricos - RS aprovou o enquadramento das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí nos seguintes termos:

- Classe Especial: área núcleo da Área de Proteção Ambiental – APA – do Banhado Grande;
- Classe 1: das nascentes do Rio Gravataí até a foz do arroio Demétrio, à exceção da área núcleo do Banhado Grande;
- Classe 2: da foz do arroio Demétrio até a foz do Rio Gravataí.

Como apresentado anteriormente a qualidade das águas do Rio Gravataí, tendo como base o sistema de monitoramento da FEPAM, apresenta classificação conforme Resolução do CONAMA 357/05, muito abaixo dos valores almejados pelas metas de enquadramento.

Estando a qualidade atual dos recursos hídricos comprometida em relação a presença de efluentes sem o devido tratamento e lançamento irregular de resíduos sólidos, faz-se necessário a implementação de ações práticas visando a redução da degradação hídrica, bem como convergência às metas de enquadramento, já estabelecidas.

O PRH/GRV apresenta um Programa: Controle de Cargas Poluidoras, que tem por objetivo geral promover o controle e a redução de cargas poluidoras lançadas tanto no Rio Gravataí como em seus afluentes, de forma a melhorar a qualidade da água.

Entre as metas estabelecidas pelo referido programa estão:

- Melhoria da qualidade da água em termos de DBO, OD, nutrientes e coliformes para alcance das metas intermediárias e Enquadramento;
- Aumentar o número das ligações domiciliares aos sistemas de coleta e tratamento de esgotos;
- Melhoria nas condições de vida da população residente no entorno da calha do Rio Gravataí e seus afluentes;
- Implementação de sistemas ambientalmente adequados para a disposição dos resíduos sólidos nas áreas urbanas;
- Desativação dos lixões existentes;
- Solução dos problemas das ligações clandestinas de esgoto em canais de drenagem;
- Melhoria das condições de saneamento em áreas rurais (comunidades e atividades produtivas);
- Aumento no controle da poluição de origem industrial.

6.4 Extravasamento dos SES e os Recursos Hídricos

Normalmente nos SES são previstos extravasores desde os interceptores, estações elevatórias e ETEs, para fins de gerenciamento das vazões oriundas das interconexões com a rede pluvial (oficiais ou clandestinas), seja em períodos de estiagens ou mesmo quando da ocorrência de chuvas.

Segundo DIAS e ROSSO/2011⁹, tem-se:

"Localizados em cotas superiores ao nível de escoamento normal, entram automaticamente em operação quando o efluente chega no nível da tubulação de extravasão fazendo o lançamento do esgoto sanitário, através de estruturas especiais, no sistema de drenagem, nos cursos d'água e corpos receptores. Com isso é possível eliminar a causa da interrupção do sistema, de forma que não haja um colapso com fluxo indevido de esgoto para as vias públicas ou para os domicílios, através do retorno, em sentido contrário ao escoamento, pelas tubulações da rede pública e pelas ligações prediais, condição de operação denominado remanso. A utilização dos extravasores para além dos casos especiais previstos, eventuais e de curta duração, configura atipicidade de procedimento e de elementos..."

Este estudo foi elaborado tendo em vista o SES da cidade do Rio de Janeiro, entende-se que seja perfeitamente cabível a analogia para os sistemas das cidades em estudo.

⁹DIAS, A. P. e ROSSO, T. C. A. Análise dos Elementos Atípicos do Sistema de Esgoto – Separador Absoluto – na Cidade do Rio De Janeiro. ENGEVISTA, V. 13, n. 3. p. 177-192, dezembro 2011.

O extravasamento do SES para o pluvial se dá em período chuvoso, quando as vazões de projeto dos coletores pluviais são potencialmente superiores às de dimensionamento das redes coletoras do SES, conforme demonstrado por TSUTIYA e BUENO/2005¹⁰, na Figura 183.

A referida figura apresenta as vazões em um sistema misto ou combinado, cuja curva inferior mostra oscilações típicas, dia a dia, na vazão de esgoto de uma rede coletora durante tempo seco.

A curva superior exemplifica uma oscilação na vazão após uma chuva intensa, continuando mais elevada que a curva de tempo seco.

Assim, pode-se afirmar, *a priori*, que os efluentes não tratados, quando extravasam do SES, são diluídos nas vazões de projeto dos sistemas pluviais.

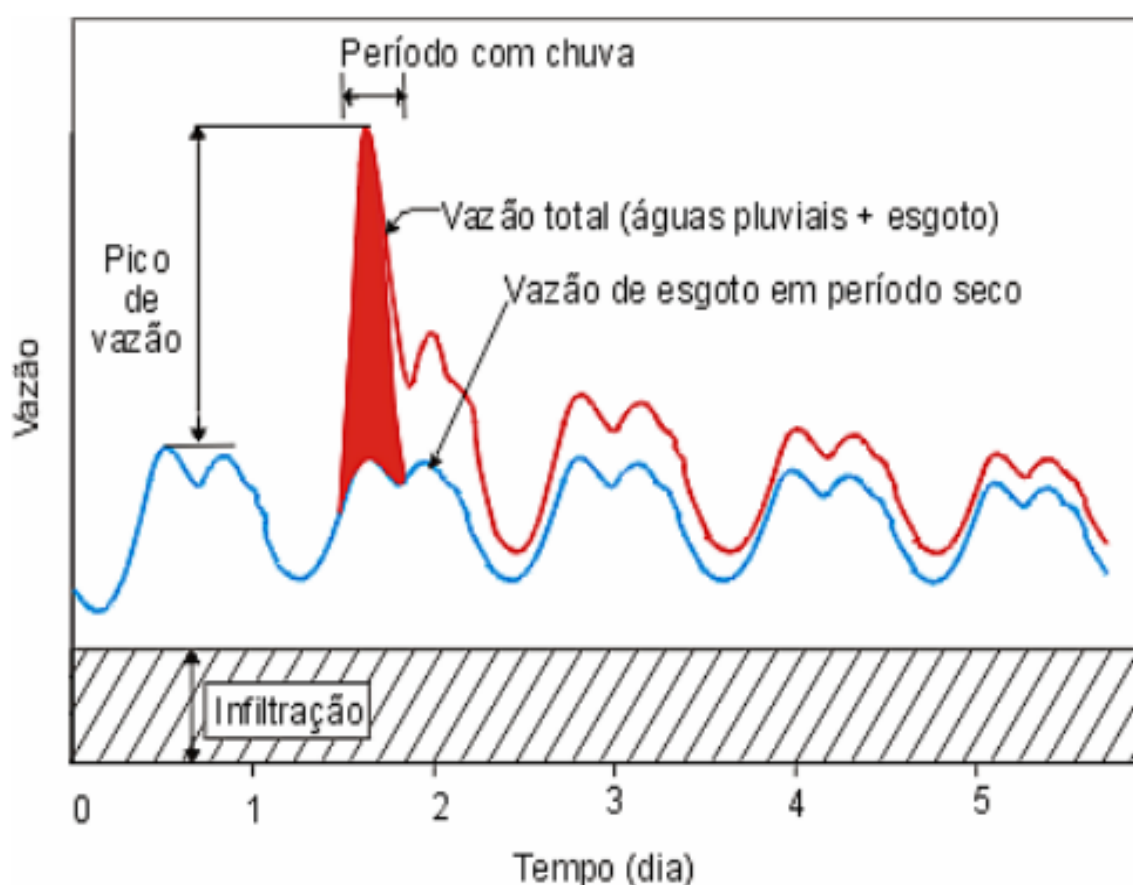


Figura 183 - Variação típica de vazão, em período seco e úmido
(Fonte: Transcrito de TSUTIYA E BUENO/2005, apud TCHOBANOGLIOUS/1985)

A área em estudo não dispõe de uma análise quali-quantitativa destes efeitos.

A realização da modelagem da qualidade da água, exige a seguinte entrada de dados:

¹⁰TSUTIYA, M. T. e BUENO, R. C. R. Contribuição de Águas Pluviais em Sistemas de Esgoto Sanitário no Estado de São Paulo. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

- Levantamentos detalhados do estágio de implantação dos SES como um todo;
- Dimensionamento das estruturas hidráulicas dos extravasores projetados;
- Vazão regularizada pelos corpos receptores para diferentes recorrências;
- Considerações quanto a sazonalidade tanto em termos de qualidade dos efluentes, quanto das vazões regularizadas;
- Cenários críticos em relação às outorgas de uso e priorização de atendimento, entre outros.

Para os sistemas mistos ou combinados, as estruturas denominadas captação de tempo seco são inseridas nas galerias de águas pluviais capazes de desviar a vazão remanescente que é encontrada quando do estio.

Tais vazões são geralmente provenientes de ligações indevidas de esgoto sanitário na rede de drenagem pluvial. Enquanto contribuição de tempo seco (conhecida também por “água de tempo seco”) direciona, nos períodos sem chuva, os esgotos clandestinos contidos no sistema de drenagem para o sistema de esgotamento sanitário.

No período chuvoso extravasa as águas poluídas (águas pluviais e esgoto sanitário) para o sistema de drenagem pluvial (ABNT/NBR 12.207 - Projeto de interceptores de esgoto sanitário).

Essas caixas de transição têm sua capacidade de transmissão de vazão limitada por aspectos construtivos, de forma que apenas vazões iguais ou inferiores à sua capacidade máxima, definida conforme suas dimensões e nível da soleira podem ser encaminhadas ao sistema de esgotamento sanitário.

Portanto, não se dispõe de um estudo detalhado para evidenciar os efeitos do extravasamento dos dispositivos do SES para a rede pluvial previstos em projeto.

Pode-se afirmar, que atualmente, a degradação dos recursos hídricos pela ausência da rede coletora, ou mesmo pela falta de ligações à rede existente, bem como a ineficácia do fechamento dos lançamentos clandestinos, diretamente na rede pluvial, é evidente e significativamente superior à eventuais extravasamentos.

6.5 Qualidade das Águas

O avanço da urbanização, sem o devido planejamento, sobre as planícies de inundação e sobre as APP's traz como consequência direta, o lançamento de resíduos sólidos e efluentes de origem doméstica e industrial, os quais alteram as características naturais da água interferindo no ciclo hidrológico.

Associada a questão da degradação da qualidade da água pelo avanço da urbanização, há que se considerar ainda o uso de insumos e defensivos agrícolas, com predominância para as lavouras de arroz irrigado nos trechos de montante e médio.

As metas de busca da qualidade das águas até as classes de enquadramento previstas são desafiadoras, e exigem ações pragmáticas principalmente em se tratando do tratamento de esgotos cloacais. Segundo levantamentos da FEPAM as cargas poluidoras lançadas nos corpos hídricos na bacia em estudo são:

- Indústrias: carga orgânica bruta de 2.516 ton/ano de DBO, que com o tratamento, a carga remanescente é de 1.100 ton/ano de DBO;
- Esgotos domésticos: carga orgânica de 19.524 ton/ano de DBO.

Criado em 1970 nos Estados Unidos pela National Sanitation Foundation, o Índice de Qualidade das Águas - IQA, a partir de 1975 começou a ser utilizado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) e posteriormente pelos demais estados brasileiros, e hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país.

O IQA avalia a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento, e seus parâmetros são compostos, em sua maioria, por indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos.

O IQA apresenta limitações, já que este índice não analisa parâmetros importantes para o abastecimento público, tais como substâncias tóxicas (ex: metais pesados, pesticidas, compostos orgânicos), protozoários patogênicos e substâncias que interferem nas propriedades organolépticas da água.

O Quadro 72 apresenta os IQAs para a região em estudo.

Quadro 72 - Índice de Qualidade das Águas - IQA na bacia do Rio Gravataí

MUNICÍPIO	PONTO DE MONITORAMENTO	IQA
SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA	Arroio Chico Lomã	de 50 a 70
GLORINHA	Canal em Glorinha	de 51 a 70
GRAVATAÍ	Passos das Canoas e Passos dos Negros	regular de 50 a 70
VIAMÃO	Passos das Canoas e Passos dos Negros	regular de 50 a 70
CACHOEIRINHA	GR08	índice ruim, nota que varia de 30 a 50
CANOAS	Foz do Arroio Areia	índice ruim, nota que varia de 26 a 50
PORTO ALEGRE	Foz do Arroio Areia	índice ruim, nota que varia de 26 a 50

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

O Diagnóstico Ambiental do município de Alvorada (2007) apresenta avaliação da qualidade da água do Rio Gravataí e o Arroio Feijó, conforme análises realizadas com base na amostragem dos pontos indicados na Figura 184.

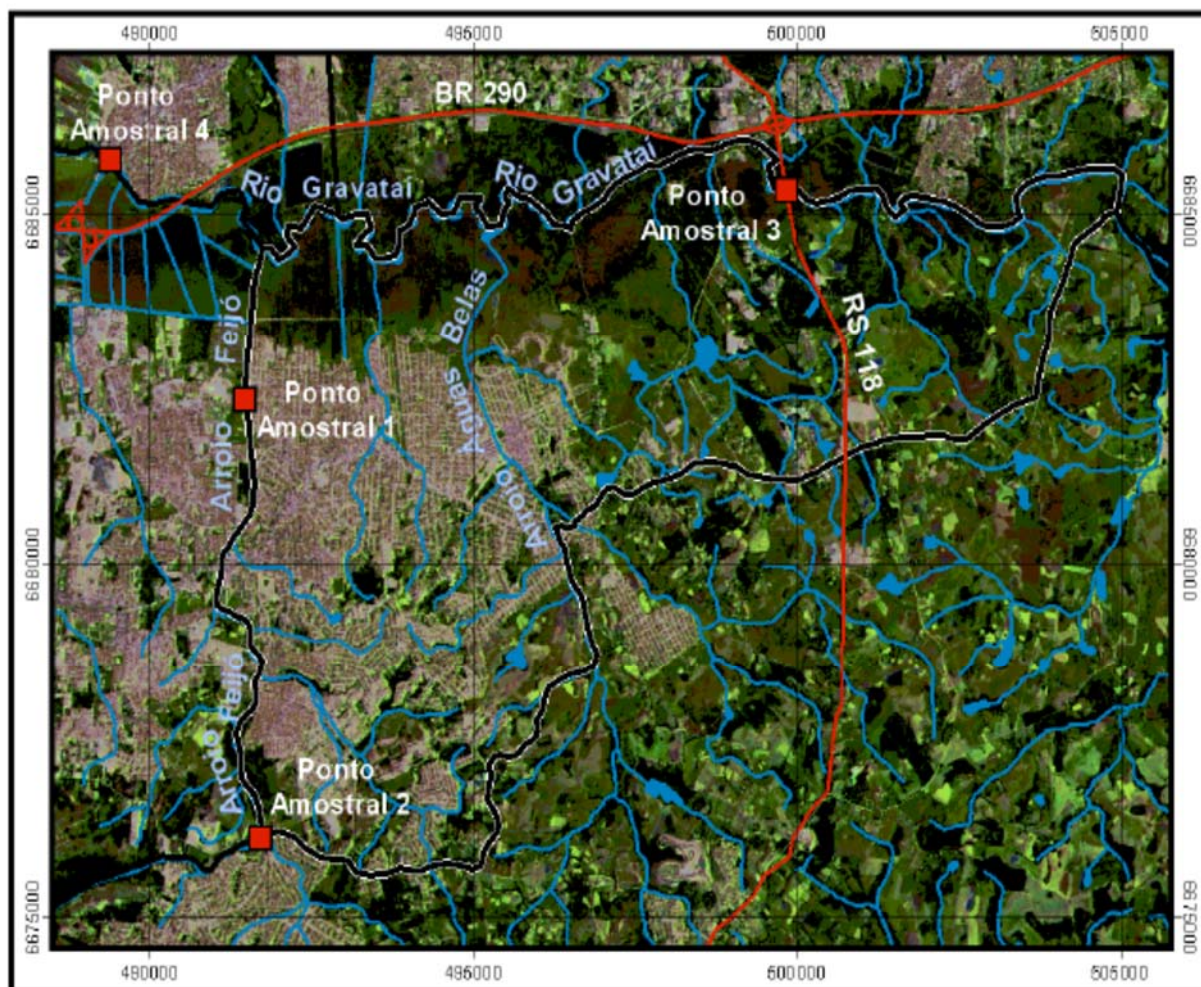


Figura 184 - Localização dos pontos amostrais no município de Alvorada
(Fonte: Diagnóstico Ambiental, 2007)

De acordo com Zurita et. al. (2007), os corpos d'água avaliados apresentam significativo impacto ambiental negativo relacionado à contaminação por efluentes cloacais, enquanto que o comprometimento da qualidade das águas originado por atividades industriais não foi identificado como significativo.

O referido estudo identifica também, que o esgoto cloacal gerado nos municípios de Viamão, Alvorada e Porto Alegre comprometem sobremaneira a qualidade das águas do Arroio Feijó (Ponto Amostral 1 e 2).

Em relação às águas do Rio Gravataí de montante para jusante, o Ponto Amostral 3, sob a ponte da RS-118, recebe os efluentes cloacais apenas da cidade de Gravataí, mesmo assim apresenta indícios de contaminação por esgoto cloacal.

A qualidade da água decai de forma significativa no Ponto Amostral 4, como consequência do recebimento dos efluentes não tratados de parte das cidades de Gravataí, Alvorada, Viamão e Porto Alegre, através dos arroios que passam por estes municípios e deságuam no Rio Gravataí.

6.5.1 Sistema de Monitoramento da Qualidade da Água e as Metas de Enquadramento

O Rio Gravataí tem sido monitorado desde 1980 pela Rede Básica de Monitoramento realizado pela FEPAM, CORSAN e DMAE.

Os dados obtidos nos relatórios apresentam uma avaliação da qualidade da água do Gravataí comparando os dados da qualidade atual e o enquadramento do rio em Classes de uso, conforme Portaria 02/98 - SSMA, com base na Resolução Nº 357/05 CONAMA.

A métrica utilizada é o Índice de Qualidade das Águas (IQA). A Figura 185 apresenta o conceito de qualidade associado ao valor absoluto do IQA.

NOTA	CONCEITO
0 a 25	Muito Ruim
26 a 50	Ruim
51 a 70	Regular
71 a 90	Boa
91 a 100	Excelente

Figura 185 - Faixas do índice de qualidade das águas
 (Fonte: FEPAM, 2014)

A Figura 186 a seguir demonstra a localização dos pontos de monitoramento da FEPAM ao longo do Rio Gravataí.

O Quadro 73 apresenta as coordenadas de localização dos pontos de monitoramento existentes.

Quadro 73 - Pontos de monitoramento da qualidade da água na Bacia do Rio Gravataí

CÓDIGO	COORDENADAS		LOCALIZAÇÃO
	S	W	
GR 001	29°58'06"	51°11'42"	Foz do Gravataí, Porto Alegre
GR 006	29°57'37"	51°08'34"	Jusante da foz do Arroio Areia, zona norte de Porto Alegre
GR 008	29°57'16"	51°07'36"	Cachoeirinha, antiga captação, jusante da foz do Arroio Brigadeiro
GR 028	29°57'22"	51°00'59"	Passos das Canoas, Gravataí
GR 034	29°57'55"	50°56'52"	Passos dos Negros, Gravataí
GR 055	29°59'21"	50°45'37"	Saída do Banhado Grande, Glorinha
GR 072 CL000	29°56'10"	50°36'05"	Arroio Chico Lomã, santo Antônio da Patrulha

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

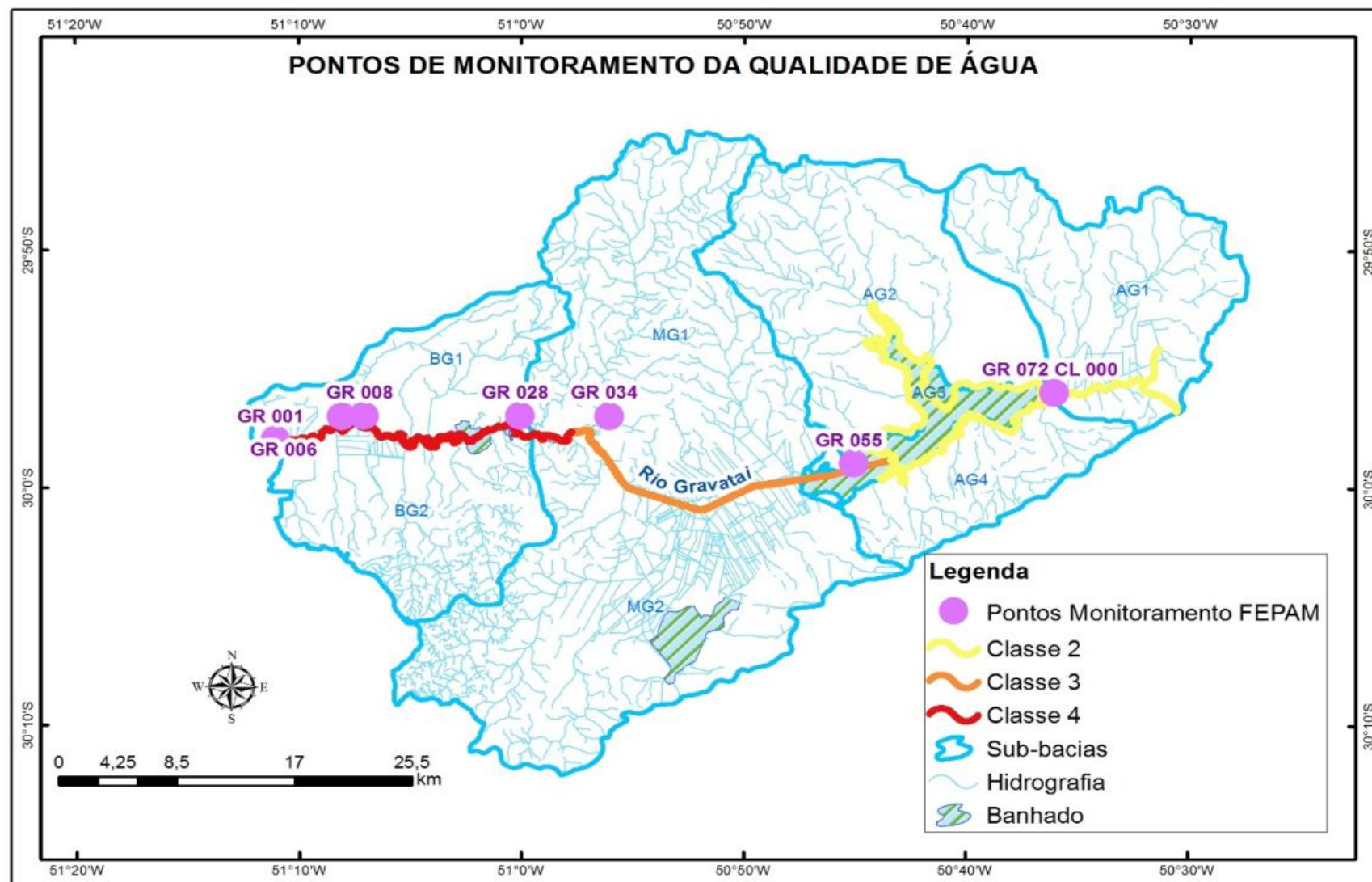


Figura 186 - Qualidade da água atual na Bacia e os pontos de monitoramento
(Fonte: Adaptado do PRH-GRV)

A Figura 187 apresenta a evolução histórica do monitoramento realizado pela FEPAM em todos seus pontos, a partir do ano de 1992 até o ano de 2011, onde, as cores indicam no eixo "X" o ano monitorado e a barra de indicação no eixo "y" a qualidade da água conforme a Resolução Nº 357 / 05 CONAMA.

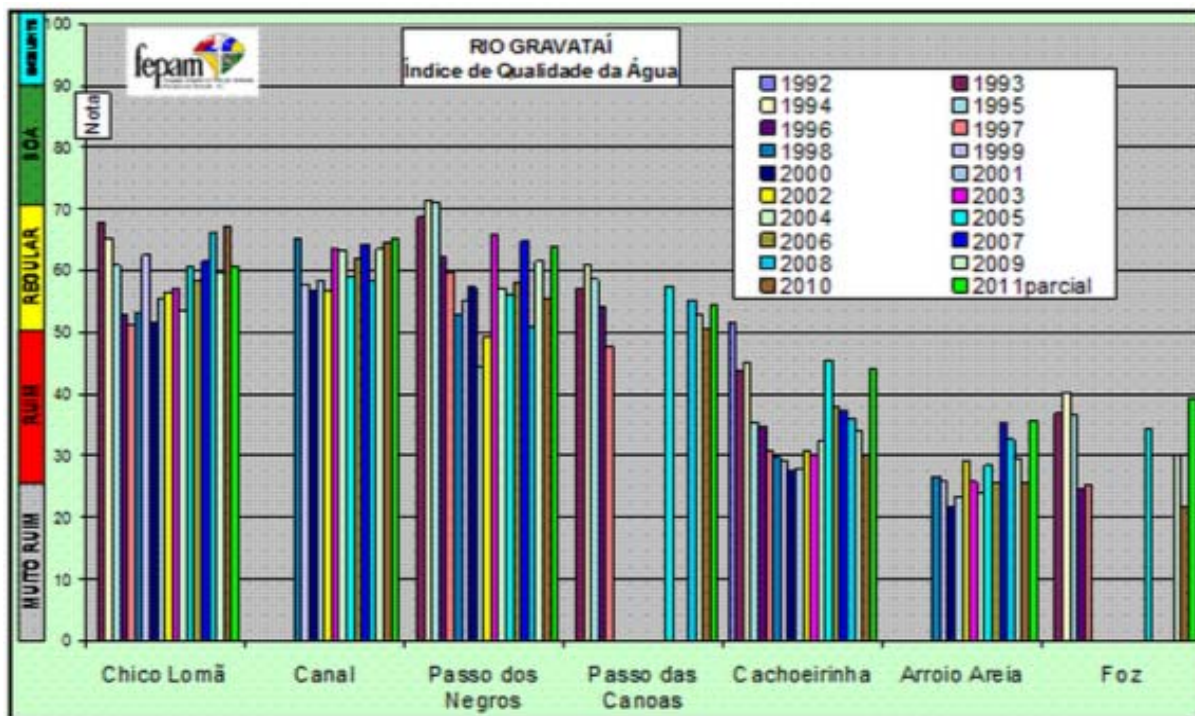


Figura 187 - IQA nos pontos de monitoramento do Rio Gravataí
(Fonte: FEPAM, 2013)

O PRH-GRV conclui com base nos resultados das análises existentes e ratificadas por novas coletas, que o enquadramento proposto na Resolução CRH 58/2009 para os diferentes trechos não é condizente com a situação atual da bacia, classificando conforme Quadro 74.

Quadro 74 - Qualidade da água atual e prevista pelo enquadramento

TRECHO	CLASSE ATUAL	ENQUADRAMENTO PREVISTO
Área núcleo da Área de Proteção Ambiental – APA – do Banhado Grande	2	Especial
Das nascentes do Rio Gravataí até a foz do arroio Demétrio, à exceção da área núcleo do Banhado Grande	2	1
Da foz do arroio Demétrio até a foz do Rio Gravataí	3	2
Da foz do arroio Barnabé até a foz do Rio Gravataí	4	2

(Fonte: PRH-GRV, 2012)

Portanto torna-se necessário a implementação de medidas de controle de cargas industriais e domésticas, assim como a recuperação ambiental dos trechos com sinais de eutrofização e contaminação, visando o atingimento das metas de enquadramento previstas para a Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí.

6.6 Considerações quanto aos SES na Bacia

Assim como ficou identificado o lançamento de resíduos de maneira irregular em áreas de fragilidade ambiental, constatou-se também o lançamento de efluentes sanitários sem tratamento em corpos d'água na região urbanizada, paradoxalmente, mesmo em áreas atendidas pela rede coletora.

Esse lançamento de esgotos sanitários nos arroios, córregos e afluentes, contamina as águas que são transportadas à jusante comprometendo sua qualidade, o que se constata a partir da área urbanizada do rio, mais especificamente no município de Gravataí.

O cenário atual encontra-se em modificação, com o significativo esforço de implantação e ampliação de sistemas de esgotamento sanitário. Mesmo assim, o monitoramento da estrutura em operação é de extrema importância.

Observou-se a ocorrência de cancelamento de licença de operação em alguns sistemas na Bacia do Gravataí, justamente por questões de monitoramento e gestão.

As metas de atingimento da qualidade das águas do Rio Gravataí e afluentes em relação ao enquadramento previsto pelo PRH-GRV, depende diretamente da evolução dos SES, principal fonte de degradação.

Segundo Tucci¹¹:

- Cabe ao município a gestão dos impactos negativos gerados pela urbanização nas cidades, tendo como instrumentos os aspectos regidos pela legislação municipal e ações estruturais específicas;
- A gestão dos recursos hídricos tem sido realizada por meio da bacia hidrográfica (comitês de bacia), no entanto a gestão do uso do solo é realizada pelo município ou grupo de municípios em uma região metropolitana.
- O plano da bacia dificilmente poderá envolver todas as medidas em cada cidade, mas devem estabelecer os condicionantes externos às cidades, como a qualidade de seus efluentes, as alterações das vazões naturais dos cursos d'água, sua quantidade para evitar a transferência de impactos.
- A gestão do ambiente interno da cidade trata de ações dentro da cidade, para atender aos condicionantes externos previstos no plano de bacia.

Os sistemas de saneamento na área em estudo, de maneira geral, apresentam-se deficientes na bacia hidrográfica do Rio Gravataí, principalmente em seu trecho de jusante, de maior densidade populacional, em função de um deficiente planejamento integrado em termos de infraestrutura existente, em relação àquela considerada necessária, embora em sua totalidade têm sua universalização já planejada pelos PMSB, previstas para longo prazo.

¹¹Tucci, Carlos E. M. Gestão da drenagem urbana/Carlos E. M. Tucci. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012.

O planejamento de médio prazo, prevê um avanço significativo, incluindo a execução de obras em pleno andamento, e previsão de conclusão em longo prazo.

Isto é identificado em praticamente todas as etapas, ou seja: a implantação de redes coletoras, estações elevatórias e sistemas de tratamento, conforme apresentado numericamente pelo Quadro 75. Esse quadro também apresenta as licenças ambientais que se encontravam publicadas no Portal de Licenciamento da FEPAM em novembro/2016.

Quadro 75 - Resumo dos SES existentes e em operação na Bacia

MUNICÍPIO	REDE IMPLANTADA	ETE	OBSERVAÇÃO	LICENCIAMENTO FEPAM EM VIGOR
Santo Antonio da Patrulha	14%	Em implantação	Em implantação 11 km de rede coletora, 1205 ligações prediais e 510 ligações intradomiciliares, e estação de bombeamento (EBE-01) com capacidade de 87 l/s e um emissário (EMR-01) de ferro fundido, DN 300 mm e 790 m de extensão	LI 747/2016-DL
Glorinha	18 km	Operando	Rede com 18 km de rede coletora, 701 ligações prediais, e 4 estações de bombeamento	LO 7031/2015-DL
Cachoeirinha	60%	Operando	Parte da população e alguns empreendimentos não realizaram interligação à rede. ETE compartilhada com Gravataí, além dela ETE Granja Esperança.	LO 7323/2015-DL; LIA 813/2015-DL - SES FREEWAY; 181 km de rede em Cachoeirinha e Gravataí; 9 EBE; ampliação ETE
Gravataí	32%	Operando	Parte da população (7%) não realizou interligação. ETE compartilhada com Cachoeirinha e além dela, as ETE's Parque dos Anjos, Morada do Vale e Parque dos Eucaliptos	
Viamão	2%	Em implantação	Em implantação obras para aumentar abrangência de rede para 23%. Até o momento apenas tratamento de efluentes em condomínios. Após incremento será interligado com Alvorada	LI 340/2016-DL; 260 km de rede em Alvorada e Viamão
Alvorada	295 km	Em implantação	Em implantação obras para aumentar abrangência de rede. Até o momento apenas tratamento de efluentes em condomínios. Após incremento será interligado com Viamão	
Canoas	18%	Operando	Em implantação 97 km de rede coletora, prevendo abrangência de 50 % da população. ETE Rio Branco com capacidade ociosa, haja vista falta de coleta, embora rede existente.	
Porto Alegre - SES Sarandi	27%	Operando	ETE Sarandi (seis módulos), o 1º módulo em operação, com capacidade para atender 21 % da população.	
Porto Alegre - SES Rubem Berta	38%	Em projeto	SES não conta com coletores-tronco nem com estações de bombeamento ou ETE com capacidade para o atendimento da população prevista.	

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

O Quadro 76 apresenta uma avaliação e análise geral dos SES considerando as etapas de coleta, tratamento, eventuais impactos de extravasamento da ETE e quanto aos sistemas de monitoramento da qualidade da água existentes, em cada sistema.

Quadro 76 - Considerações quanto aos SES na área em estudo

MUNICÍPIO	REDE DE ESGOTO	SISTEMA DE COLETA EXISTENTE	SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO	IMPACTOS EM CASOS DE EXTRAVASAMENTO DA ETE	SISTEMA DE MONITORAMENTO
Viamão	Deficitário	Insuficiente	Não identificado	Insuficiente	Inexistente
Sto_Antº Patrulha	Deficitário	Insuficiente	Inexistente	Inexistente	Deficitário
Porto Alegre	Deficitário	Insuficiente	Inexistente	Inexistente	Deficitário
Gravataí	Deficitário	Insuficiente	Subdimensionado	Insuficiente	Deficitário
Glorinha	Deficitário	Insuficiente	Inexistente	Inexistente	Deficitário
Canoas	Deficitário	Insuficiente	Deficitário	Insuficiente	Deficitário
Cachoeirinha	Deficitário	Insuficiente	Subdimensionado	Insuficiente	Deficitário
Alvorada	Deficitário	Insuficiente	Deficitário	Insuficiente	Deficitário

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Embora os PMSB estejam concluídos, e a implantação e operação dos SES seja prioridade de todos os municípios, pode-se afirmar que a resolução deste problema de significativa importância para a redução da degradação dos recursos hídricos se dará apenas em longo prazo.

A dificuldade de implantação de redes coletores em centros urbanos consolidados retardam o avanço esperado para consolidação dos SES e sua entrada em operação.

Sistemas parcialmente implantados encontram a resistência da comunidade à realização das ligações à rede existente, ou ainda em alguns casos, mesmo após a conexão, são mantidos os lançamentos clandestinos à rede pluvial.

Com poucas exceções, os quesitos diagnosticados apresentaram resultados negativos. Como consequência, podemos afirmar que todos municípios da Bacia do Gravataí, terão impactos ambientais.

A região mais prejudicada é a APA (Área de Proteção Ambiental) do Banhado Grande, que cobre grande parte da bacia (mais de 136 mil hectares) e inclui área urbana dos municípios de Santo Antônio da Patrulha, Glorinha e Viamão.

Já o Banhado Grande propriamente dito acaba recebendo contribuições de Santo Antônio da Patrulha e Glorinha.

Na região da APA, Viamão não possui tratamento de esgoto e apresenta diversos pontos de deposição irregular de lixo, contribuindo para a contaminação de recursos hídricos ainda em suas nascentes com esgoto cloacal e possíveis chorumes.

Já o município de Glorinha, tem 5,8% de rede de esgoto, os quais não foi identificado o tipo de tratamento, e 59,4% do tratamento é realizado pelo sistema de fossa e sumidouro, os quais são fiscalizados, portanto não podemos ratificar a eficiência dos mesmos.

É provável que ocorra contribuição de contaminação hídrica deste município na APA no Banhado Grande.

O município de Santo Antônio da Patrulha, apresenta as mesmas deficiências, tendo 14,7% de rede de esgoto e 56,2% do tratamento realizado pelo sistema de fossa e sumidouro, os quais não há fiscalização, portanto não podemos ratificar a eficiência dos mesmos, provavelmente, também contribuindo para contaminação hídrica na APA no Banhado Grande. Segundo o PRH-GRV as unidades de gestão com maior carga orgânica proveniente dos efluentes domésticos urbanos são as dos trechos Baixo Gravataí-Margem Direita e Baixo Gravataí-Margem Esquerda

Nestas unidades se localizam os municípios de Cachoeirinha, Canoas, Alvorada e Porto Alegre, que juntas contribuem com 70,2% de toda carga orgânica, que podem apresentar, dependendo da sua origem, uma constituição química com altos teores de sólidos e nutrientes, com elevados níveis de carbono orgânico total, compostos nitrogenados, fósforo orgânico e inorgânico.

Além dos efluentes domésticos, é comum que os sistemas de coleta de esgotos urbanos também recebam efluentes hospitalares, águas pluviais, resíduos de estabelecimentos comerciais, postos de gasolina, indústrias de pequeno porte, entre outros.

Os principais impactos ambientais que podem ocorrer pelo lançamento de esgotos no caso das áreas de proteção ambiental são a contaminação microbiológica; aumento de matéria orgânica, que pode provocar a eutrofização; aumento da turbidez; e a contaminação química, gerando efeitos tóxicos.

Os elevados níveis de matéria orgânica e nutrientes induzem o aumento de biomassa de fitoplâncton, levando a uma diminuição dos teores de oxigênio dissolvido, o que pode acarretar na morte de organismos aquáticos.

Programas de educação ambiental existentes tem eficácia em médio e longo prazos e a quebra de paradigmas exige maturação e adaptação ao novo cenário e cultura do saneamento.

Os SES nas áreas rurais, com soluções indicadas através de sistemas individuais, carecem de campanhas maciças e incentivos econômicos, como subsídios para compra de materiais e sobretudo assessoramento técnico para dimensionamento adequado das estruturas, para cada caso específico.

.

7 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

De maneira similar aos SES, as interfaces da drenagem urbana com os sistemas de coleta, transporte e disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) são evidentes.

Os cursos d'água acabam sendo os depositórios finais seja dos resíduos mal acondicionados, seja da poluição difusa, ou ainda oriunda de lançamentos clandestinos. Os PMSB e PRSB evidenciam estes problemas em todos os municípios estudados na área da bacia.

Apresentam-se na sequência as características específicas dos sistemas de RSU dos municípios que compõem a Bacia do Rio Gravataí, com ênfase naqueles que interferem com a drenagem das águas pluviais e sua qualidade.

7.1 Santo Antônio da Patrulha

Conforme apresentado anteriormente, Santo Antônio da Patrulha apresenta uma população urbana de 72% e rural de 28%, com previsão de 41.806 habitantes para 2015 e projeção de 45.446, para 2035, segundo PMSB (2014).

Algumas localidades da zona rural apresentam carência de infraestrutura, como difícil acesso para o caminhão de coleta, sem regulamentação fundiária, localização em zonas de risco, onde ocorrem deposições irregulares de resíduos.

Estas localidades, em termos de percentual da população, apresentam as seguintes proporções:

- Catanduva Grande: 4%;
- Chico Lomã: 2%;
- Evaristo: 8%;
- Miraguaia: 12%;
- Pinheirinhos: 2%.

O Quadro 77 apresenta estimativa da geração de resíduos sólidos para 2035, considerando a projeção populacional total (urbana e rural).

Quadro 77 - Estimativa da geração de RSU no município de Santo Antônio da Patrulha

PRAZO DA AÇÃO	ANO DE REFERÊNCIA	ANO DO CALENDÁRIO	GERAÇÃO (T/ANO)
IMEDIATO	2	2015	9.918
CURTO	6	2019	10.260
MÉDIO	10	2023	10.478
	14	2027	10.626
LONGO	18	2031	10.729
	22	2035	10.782

(Fonte: PMSB-Santo Antônio da Patrulha, 2014)

A Figura 188 (PERS-RS, 2015)¹², corrobora a projeção apresentada pelo PMSB, prevendo um acréscimo de 9% na geração de resíduos do município até 2034, ou seja: um total de 10.550 t/ano para final de plano.

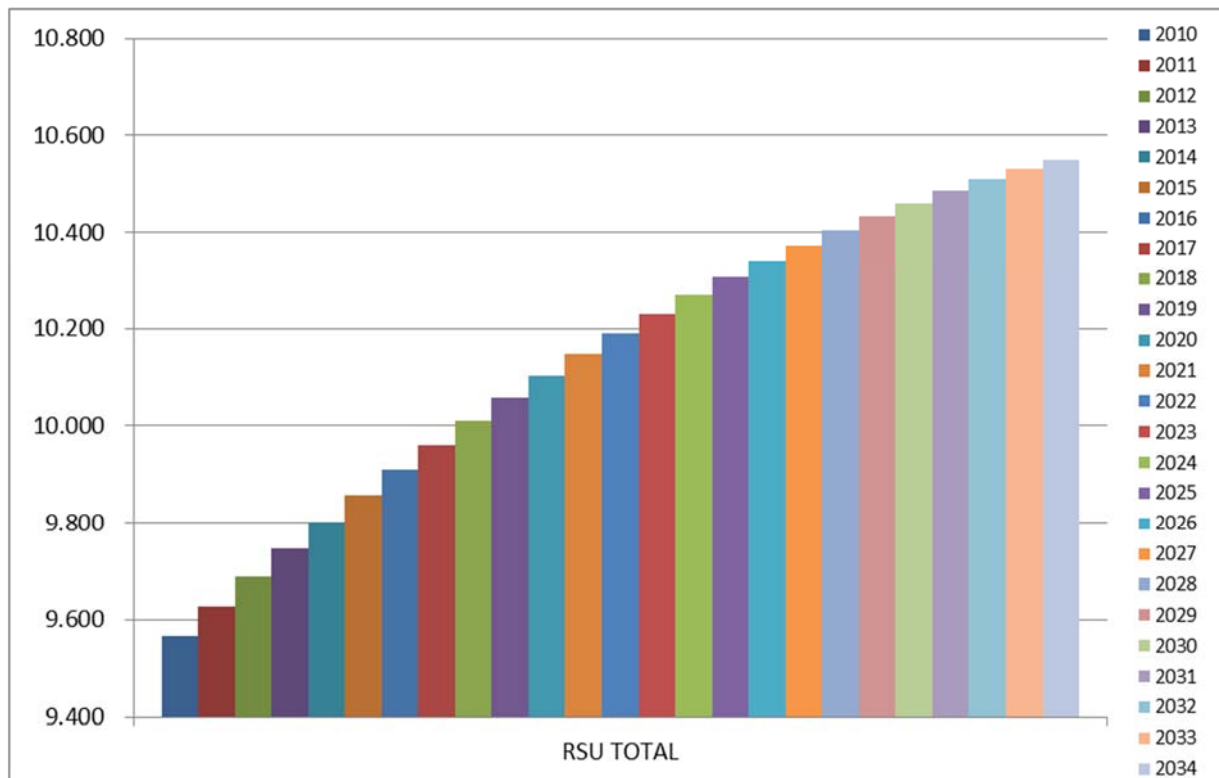


Figura 188 - Estimativa para a produção de RSU no município de Stº Antônio da Patrulha
(Fonte: PERS-RS, 2015)

Segundo o PMSB (2014), no município de Santo Antônio da Patrulha, a Secretaria de Obras, Trânsito e Segurança é responsável pela gestão, fiscalização e administração dos serviços públicos de limpeza urbana.

O manejo de resíduos sólidos é compromisso da Secretaria Municipal da Agricultura e Meio Ambiente, enquanto a Secretaria Municipal da Saúde fica encarregada dos resíduos de serviço de saúde.

A abrangência de coleta dos resíduos domiciliares corresponde a 99%. Conforme diagnosticado, o município não possui coleta seletiva. A empresa Dai Pra Soluções Ambientais de Limpeza e Transporte Ltda., é contratada pelo município para a realização do serviço de coleta dos resíduos domiciliares.

¹²De acordo com o PERS-RS (2015,) o município de Santo Antônio da Patrulha, pertence ao CORED 9, na regionalização das áreas potencialmente favoráveis para a destinação ambientalmente adequada de resíduos sólidos. Está estimado no PERS-RS (2015) um aumento regional de 657.352 (ton/ano) em 2015 para 715.167 (ton/ano) em 2034.

Segundo o PMSB (2014), o município está implementando o sistema de logística reversa e responsabilidade compartilhada, para os resíduos de lâmpadas fluorescentes, onde a Prefeitura recolhe as lâmpadas provenientes de instituições públicas e as encaminha para empresa licenciada Brasil Recicle.

Existem dois PEV's para o recolhimento destes resíduos e os mesmos encontram-se instalados no prédio principal da Prefeitura.

O município possui contrato com empresa Reciclanip, para o recolhimento regular de pneus inservíveis. São efetuados cerca de quatro recolhimentos ao ano.

Como não há possibilidade de colocação de PEV's para descarte dos pneus, a municipalidade, através da Vigilância Ambiental em Saúde – VAS disponibiliza o Disk-Pneu. Este recebe o chamado para recolhimento, conforme determina o contrato com a empresa.

O serviço de coleta regular na zona urbana do município atinge 100% da população. Já na zona rural, a coleta é praticamente universal, sendo que apenas na localidade de Furnas, este serviço não é efetuado por não haver possibilidade de tráfego do caminhão compactador naquela área, desta forma, a coleta regular atinge 99% da população.

Segundo o PMSB (2014), a coleta ocorre com a seguinte frequência: três vezes por semana: centro e áreas de comércio; uma vez por semana nos demais bairros, conforme mostrado na Figura 189.

Está em operação uma Usina de Triagem e Transbordo Municipal, localizada na Estrada Morro do Pulpito.

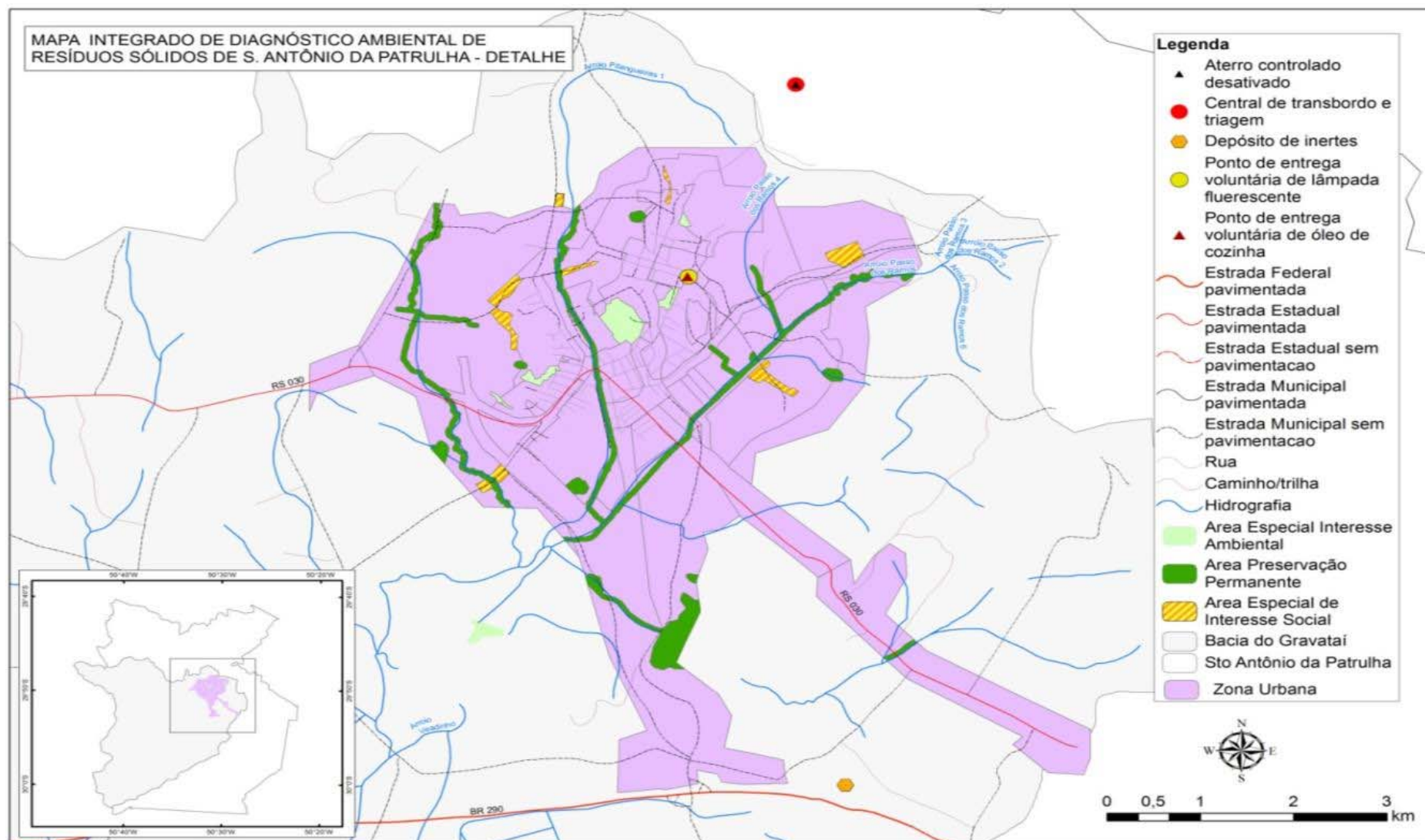


Figura 189 - Mapa integrado de diagnóstico ambiental de RSU de S^o Antônio da Patrulha
(Fonte: Adaptado do PMSB/2014)

Identifica-se nesta figura a presença de “Áreas Especiais de Interesse Social”, com moradias precárias, sem infraestrutura, sem regulamentação fundiária e em zonas de risco, que demandam cuidados específicos referentes a drenagem e com difícil acesso para coleta de resíduos sólidos, são elas:

- Localidade 01: próximo a sanga dos Freitas;
- Localidades 02, 03, 04 e 05: próximas ao Arroio Miraguaia, Arroio da Data e Arroio da Madeira;
- Localidade 06: próxima ao rio do Sinos;
- Localidade 07: próxima ao arroio Pinheiro;
- Localidade 08: próximo e entre os arroios Grande e Restinga;
- Localidade 09: próximo ao arroio Ribeirão;
- Localidade 10: próximo ao arroio Passo dos Ramos;
- Localidade 11: próximo ao arroio do Carvalho;
- Localidades 12 e 13: próximo ao arroio Veadinho;
- Localidade 14: próximo aos afluentes do arroio Chico Lomã;
- Localidade 15: próximo ao arroio Pitangueiras.

Considerando-se que estes locais não possuem infraestrutura adequada de acesso, SAA e SES, tornam-se potenciais focos de deposição irregular de lixo, ligações clandestinas de esgoto na rede pluvial, influenciando negativamente no funcionamento do sistema de drenagem urbana.

No Quadro 78 são demonstradas as quantidades de resíduos recebidos, beneficiados pela usina de transbordo e triagem de Santo Antônio da Patrulha e a sua caracterização.

Quadro 78 - Dados da usina de transbordo e triagem de Santo Antonio da Patrulha

Quantidade (toneladas)	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Média - mensal	Média - anual
Quantidade de resíduos recebida	739,1	440	556	606,83	602,05	541,05	628,7	587,68	7052,11
Quantidade de resíduos beneficiadas	62,1	28,02	50,8	39,82	43,38	40,8	50,52	45,06	540,75
Garrafa PET	6,27	0	0	0	0	0	0	0,90	10,75
Plástico duro	6,08	0	12,38	0	0	0	0	2,64	31,65
Plástico mole	17,7	0	10,91	12,84	13,48	12,45	15,65	11,86	142,34
Alumínio	0	1,72	1,95	1,84	2,03	2,46	3,96	1,99	23,93
Vidro	8,5	8,4	7,38	7,23	8,23	7,85	9,87	8,21	98,50
Sucata de ferro	4,75	0	4,79	4,92	5,75	6,05	8,05	4,90	58,82
Papele e papelão	18,8	12,85	13,39	12,99	13,89	11,99	12,99	13,84	166,11
Ferro	0	5,05	0	0	0	0	0	0,72	8,66

(Fonte: PMSB-Santo Antônio da Patrulha, 2014 - transcrito)

Após o processo de triagem, os rejeitos são transportados até o aterro sanitário Brisa, situado na Estância Campo do Loureiro, em Tramandaí/RS, com distância média percorrida de 55 km.

O município não possui unidades para tratamento de orgânicos. A varrição, manual e mecanizada, é realizada pela Secretaria Municipal de Obras, Trânsito e Segurança, diariamente na área central do município de Santo Antônio da Patrulha, com um total de 499,2 km de vias varridas anualmente. (SNIS, 2010).

Os resíduos inertes são encaminhados para uma cava de pedreira, devidamente licenciada para esta atividade. Estão cadastrados 44 estabelecimentos de saúde, entre públicos e privados, cujos serviços de coleta diferenciada e destinação final são realizados pela empresa Ambientuus Tecnologia Ambiental Ltda - ME.

O município não dispõe de coleta específica, nem destinação adequada para resíduos de construção e demolição, o que contribui para descartes inadequados deste tipo de resíduos, que de maneira geral acabam chegando aos cursos d'água.

O PMSB (2014) não identifica possíveis passivos ambientais, indica apenas a presença de um aterro controlado, localizado na Estrada Morro do Pulpito, que esteve em operação durante nove anos e atualmente se encontra desativado e já recuperado.

Em termos ambientais Santo Antônio da Patrulha apresenta "Área Especial de Interesse Ambiental", que conforme artigo 13 do Plano Diretor (Lei nº044/2006) que tem como destinação "o estabelecimento de áreas de preservação ambiental e da paisagem natural, na área do município". Além disso, o município é atingido pelo Corredor Ecológico do Banhado Grande e dos Pachecos.

Quanto à viabilidade econômica da prestação de serviços de manejo de resíduos sólidos, o PMSB (2014) tendo como base o arranjo atual da prestação de serviços, indica dificuldades para o município cobrir os custos, a partir da arrecadação pública.

O município, através da Lei nº 052/2008, que prevê a cobrança de R\$ 0,29 por metro quadrado de área construída, tenta minimizar o déficit com estes serviços, por meio de cobrança imposta aos usuários em taxa específica, incluída no IPTU - Imposto Predial e Territorial Urbano (PMGIRS/2012).

Os indicadores apresentados pelo PMSB (2014) propõem apenas controle das etapas de coleta e disposição final, não considerando etapas intermediárias, tais como: a relação do número de funcionários por habitante, as despesas relacionadas com os serviços prestados e nem as taxas de resíduos específicos coletados pelo montante total.

7.2 Glorinha

Glorinha é um município com apenas 40 % de população urbana, conforme PMSB (2014), e previsão de uma população total de 8.678 habitantes para 2035. A taxa prevista de crescimento populacional do município é de 15 % entre 2015 e 2035.

A projeção de crescimento da geração de resíduos, conforme PERS-RS/2015, apresentado na Figura 190, passa de 1.828 t/ano em 2015, para 2.131 t/ano em 2034.

A Secretaria de Obras e Secretaria de Meio Ambiente são as responsáveis pela gestão dos contratos estabelecidos junto às empresas que efetuam a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Segundo o PMGIRS, 2012, o município não possui coleta seletiva, e também não dispõe de cooperativas.

A Mujica Transportes Ltda. é a empresa contratada pelo município para a realização dos serviços de coleta dos resíduos domiciliares.

O serviço de coleta regular na zona urbana e rural é prestado para 100 % da população. A coleta ocorre diariamente no centro e duas vezes por semana nos demais bairros.

De acordo com os dados avaliados, 1.190 toneladas de resíduos domiciliares são coletadas ao ano, segundo dados do SNIS 2013.

A Secretaria de Obras é a entidade responsável pela execução dos serviços de varrição manual em 752,00 quilômetros de vias.

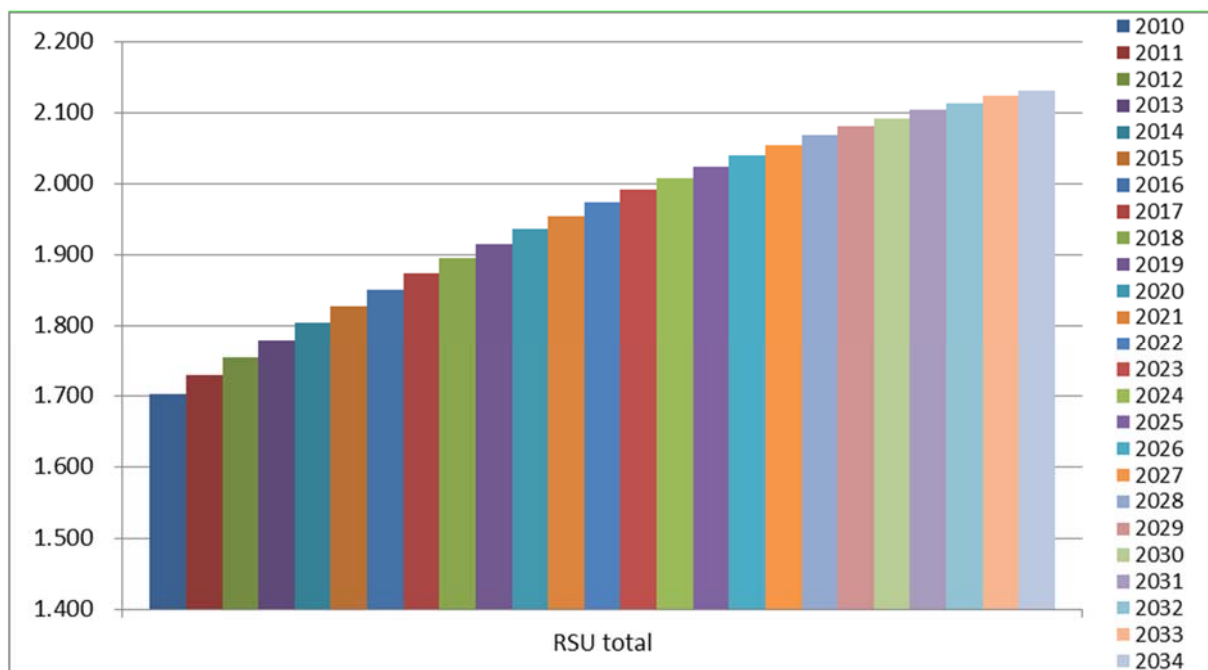


Figura 190 - Estimativa de geração de RSU no município de Glorinha no período de 2010-2034
(Fonte: PERS-RS, 2015)

A Prefeitura realiza os serviços de: poda de árvores, limpeza de boca de lobo, pintura de meio fio, coleta de resíduos volumosos. Em relação aos resíduos públicos, Glorinha coleta 601 toneladas anualmente, segundo PMSB (2014), o município não realiza coleta seletiva, nem possui estação de transbordo.

Foi identificado um ponto de entrega voluntária (PEV's) de óleo de cozinha, junto a Secretaria da Agricultura.

Os rejeitos são encaminhados ao Aterro Sanitário da empresa Revita Engenharia - localizado na Estrada do Socorro, nº 1.550 – Bairro Arroio da Manteiga, São Leopoldo/RS, distante cerca de 70 km. Não há aterros licenciados para inertes no município ou instalações que prevejam o beneficiamento dos RCC.

Segundo o PMSB (2014), a empresa Ambientuus Tecnologia Ambiental Ltda - ME, executa os serviços de coleta diferenciada e destinação final dos Resíduos de Serviços de Saúde das entidades públicas, sendo que as entidades privadas são as responsáveis pelo gerenciamento de seus resíduos.

O serviço de coleta é realizado quinzenalmente, com veículos específicos para tal atividade.

Analisando os serviços prestados de manejo de resíduos sólidos, a partir dos dados existentes nos planos e programas levantados, de modo geral, pode-se concluir que os mesmos são satisfatórios.

O município precisa agilizar a implantação da coleta seletiva, a instalação de mais pontos de entrega voluntários (PEV's), visando reduzir os custos, e também considerar a criação de associações e/ou cooperativas visando à inclusão social, através da geração de emprego e renda.

O PMSB (2014) aponta a existência de dois passivos ambientais em seu território, decorrentes do acondicionamento/descarte de resíduos sólidos urbanos: Aterro controlado e lixão, ambos desativados.

Atualmente não há monitoramento dessas áreas e também não foram identificadas informações sobre disposição clandestina de resíduos sólidos. Os resíduos orgânicos são estocados em uma área provisória no próprio município, ainda não licenciada.

Deve ser priorizado o desenvolvimento de projeto específico de recuperação de áreas degradadas para o aterro controlado e lixão, bem como providenciar o licenciamento ambiental da área de deposição de resíduos orgânicos, com inclusão de tecnologia adequada para compostagem.

O município não sofre com problemas significativos de enxurradas e enchentes na zona urbana, devido à localização estratégica sobre divisor de águas, associado às características de baixas declividades e relevo menos acidentado.

Alguns assentamentos rurais foram identificados com os seguintes problemas:

- Mato Grande e Capão Grande: Moradias precárias em áreas de risco; irregularidade fundiária.
- Maracaná e Rincão de São João: Moradias precárias; falta de infraestrutura; deficiência das estradas de acesso; fracionamento irregular dos lotes da área central.

Foi proposto um Plano de Habitação para o município na tentativa de subsidiar a infraestrutura e o saneamento básico para a população de baixa renda, propondo taxas solidárias; implantando centrais de reciclagem; e retirada de famílias de área de preservação permanente, conforme mostrado na Figura 191.

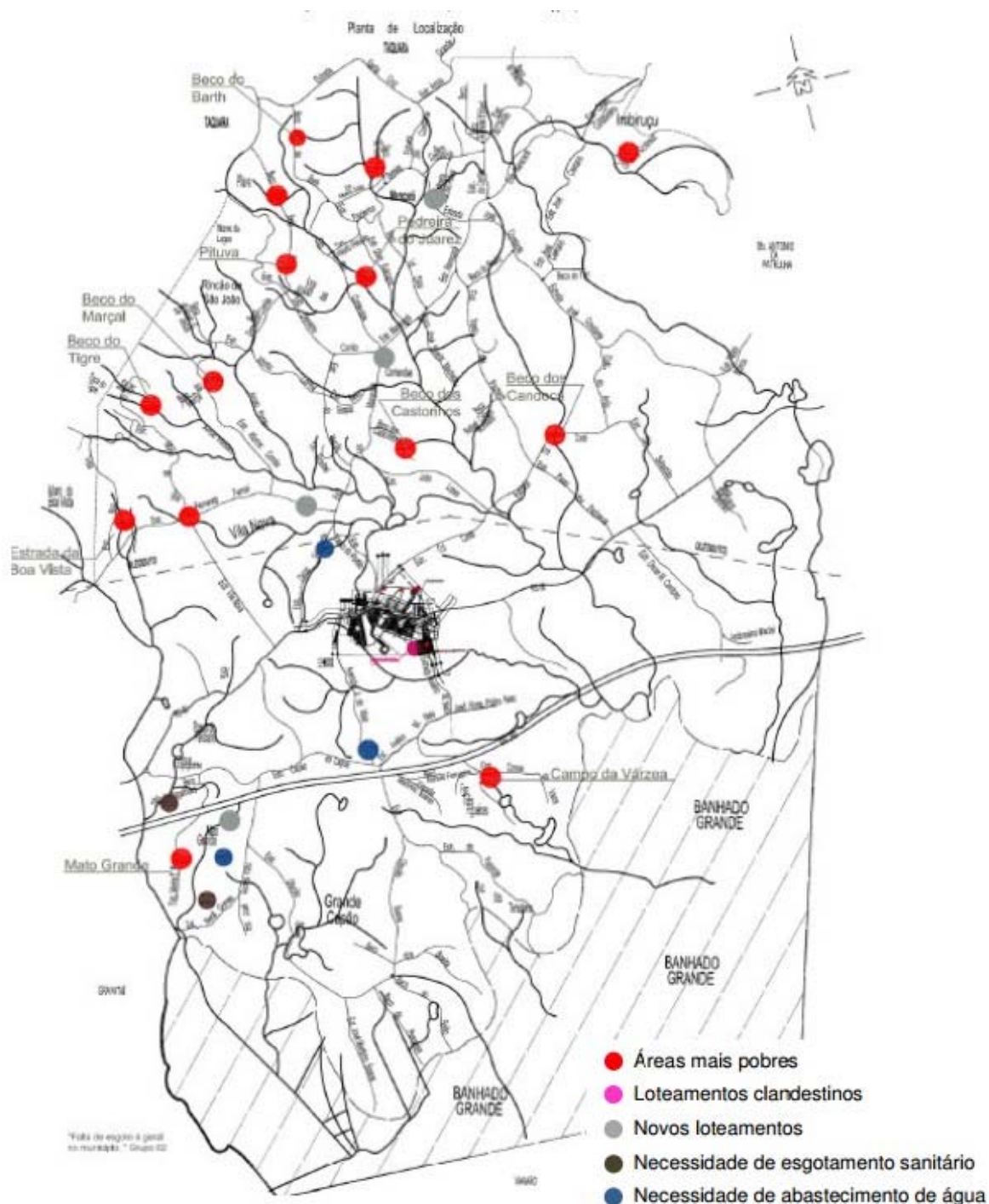


Figura 191 - Mapa das necessidades habitacionais segundo o PLHIS
(Fonte: PMSB-2014)

A irregularidade fundiária foi identificada como um dos maiores problemas relacionados à habitação no município, que embora em termos quantitativos não seja relevante em se tratando de toda a bacia, provavelmente incrementará o descarte de resíduos sólidos, impactando negativamente na qualidade da água.

Segundo o PMSB (2014) o município obtém recursos para gestão do sistema de resíduos sólidos por meio de cobrança em taxa específica, incluída no IPTU - Imposto Predial e Territorial Urbano, e aponta que os recursos arrecadados são insuficientes para cobertura dos custos para garantir a prestação de serviços de coleta, transporte e disposição final de resíduos sólidos.

O mesmo estudo indica a carência de indicadores utilizados para avaliar os serviços prestados por terceiros, que vão desde a coleta até a destinação final de todos os resíduos, sendo estes domiciliares, limpeza urbana, construção civil, entulho e serviço da saúde.

Os indicadores utilizados mensuram apenas as etapas de coleta e disposição final.

7.3 Gravataí

Gravataí teve os maiores índices de crescimento populacional na bacia em estudo nos últimos 40 anos, ou seja, cresceu 5 vezes (de 1970 a 2010) passando de 52.462 para 255.762 habitantes, sendo que cerca de 95 % da população reside em área urbana.

Segundo PERS-RS/2015¹³ e corroborado pelo PMSB (2014) a projeção de geração de resíduos prevê incremento de 14 % para o ano de 2029, conforme mostrado na Figura 192.

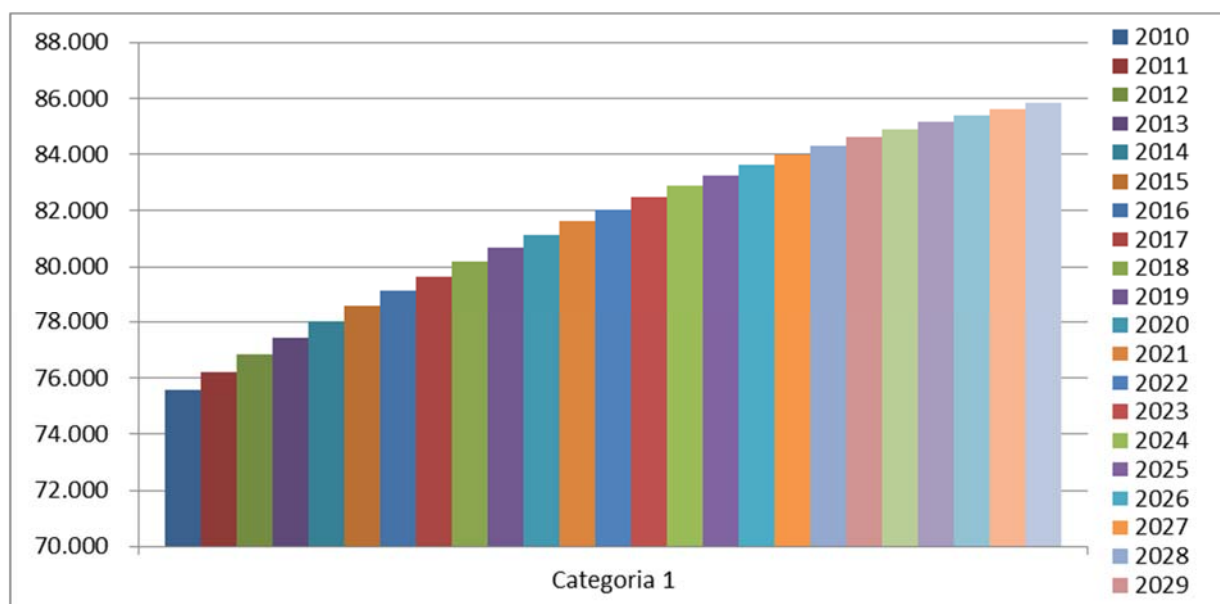


Figura 192 - Estimativas para produção de RSU no município de Gravataí
(Fonte: PERS-RS, 2015)

¹³De acordo com o PERS-RS (2015,) o município de Gravataí pertence ao CORED 9, na regionalização das áreas potencialmente favoráveis para a destinação ambientalmente adequada de resíduos sólidos. Está estimado no PERS-RS (2015) um aumento regional de 657.352 (ton/ano) em 2015 para 715.167(ton/ano) em 2034.

Todos os resíduos sólidos urbanos que são gerados no município de Gravataí têm seu gerenciamento feito pela Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SMSU), que inclui a coleta, o transporte e destinação final dos resíduos domiciliares, a coleta seletiva, a varrição e capina pública, a manutenção de parques, praças e jardins, bem como, a operação da estação de transbordo.

A referida estação funciona no antigo Aterro Sanitário Metropolitano Santa Tecla (ASMST), que possui área total de 14,8 ha e está desativado desde junho de 2013.

Os resíduos são segregados e encaminhados para a Central de Resíduos do Recreio no município de Minas do Leão, a uma distância de 110 km.

Os resíduos domiciliares são coletados pela empresa J. C. Lopes Ltda, sendo que os recicláveis são destinados para a Cooperativa de Trabalhadores, Carroceiros e Catadores de Materiais Recicláveis – COOTRACAR e Associação de Recicladores de Santa Rita – ARSARI. A frequência de coleta de Resíduos Domiciliares é:

- População Total Atendida: 252.280 habitantes (SNIS/2011);
- População Urbana Atendida: 245.181 habitantes;
- População Atendida Diariamente: 10%;
- População atendida 2 ou 3 Vezes por Semana: 83%;
- População atendida 1 Vez por Semana: 7%;

O SNIS/2011 aponta ainda que 98% da população total do município recebe coleta de resíduos sólidos domiciliares e 100% da população urbana é atendida por esse serviço. A empresa Mecanicapina Limpeza Urbana Ltda., é responsável pelos serviços de poda, varrição, capina e limpeza de ruas e destinação dos resíduos de construção civil e inertes.

O município conta com varrição manual e mecânica.

Referentes aos RCC, segundo a SMSU, o aterro de inertes do Município de Gravataí, recebe em média cerca de 6.600 m³/mês.

Existem dois Ecopontos para a destinação destes resíduos, localizados na Av. Alvarez Cabral, nº. 1102, bairro Morada do Vale I e na Rua Princesa Isabel, nas imediações da Rua Jorge Tadeu, conforme mostrado na Figura 193, referente ao mapa de diagnóstico ambiental de Gravataí. Nestes locais não há um efetivo controle de entrada e saída do tipo e quantidade de material.

O PMSB (2014) indica que os dois Ecopontos são insuficientes para a demanda do município, e estão previstos a implantação de mais três: na Avenida Anita Garibaldi, na Estrada do Morro do Coco e na região do Parque dos Eucaliptos, em locais ainda a serem definidos.

Foram identificados locais de concentração de depósito irregular de resíduos muito próximos aos Ecopontos, sendo um indício da necessidade de maior divulgação e de sua importância para o saneamento ambiental.

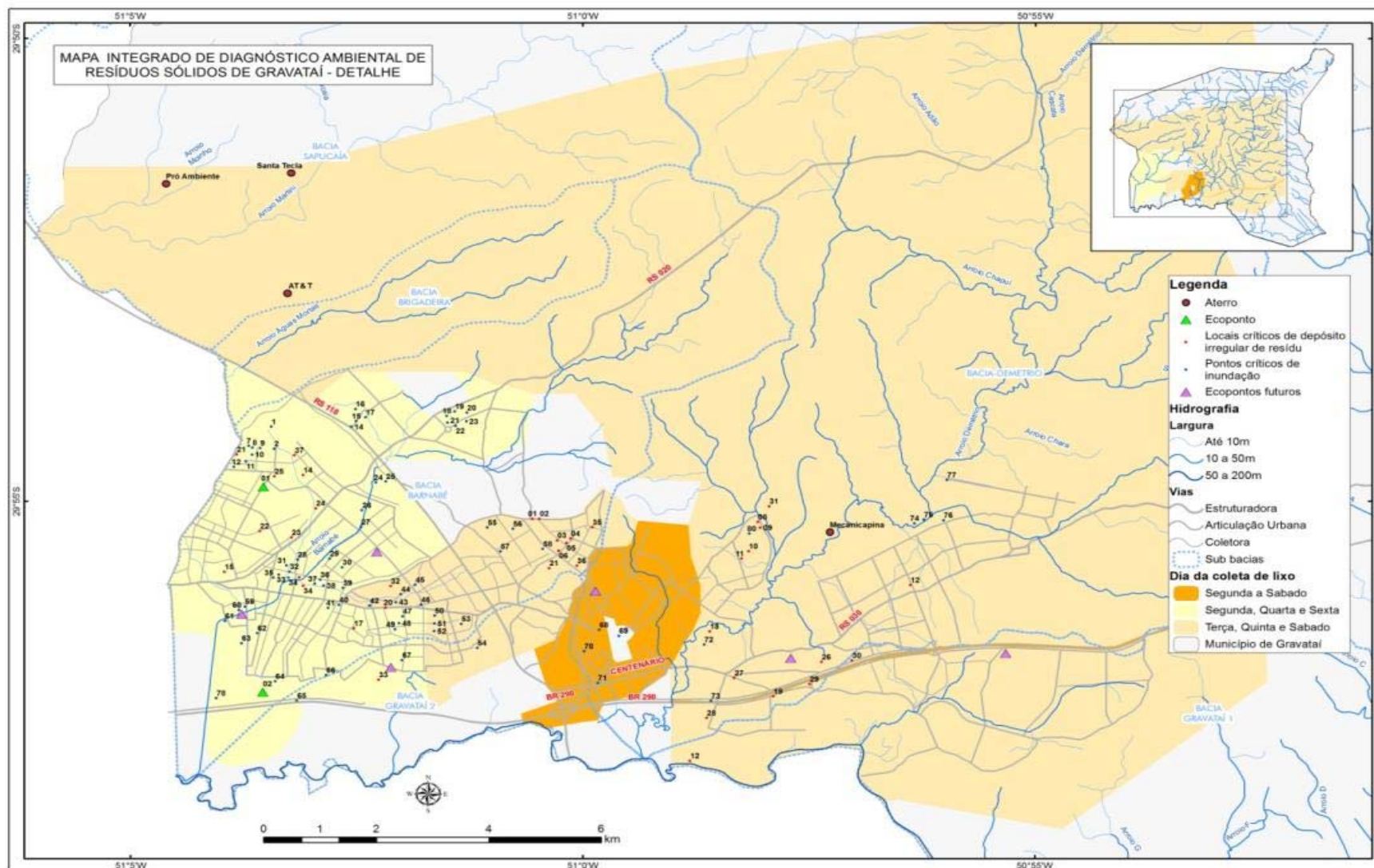


Figura 193 - Mapa integrado de diagnóstico ambiental de RSU de Gravataí
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Quanto aos resíduos gerados pelos serviços de saúde do município, o recolhimento é realizado pela empresa Transportes J. C. Lopes Ltda, sendo conduzido até a destinação final na empresa Ambientuus Tecnologia Ambiental Ltda, com sede em Cachoeirinha.

O PMSB (2014) identifica 37 locais clandestinos de deposição de resíduos, tanto em terrenos baldios como em áreas de preservação permanente (APP's), conforme apresentado pelo Quadro 79 e pela Figura 193, acima.

Quadro 79 - Locais de deposição irregular de RSU no município de Gravataí

LOCAIS CRÍTICOS	
Nº	DESCRIÇÃO
1	Estrada Itacolomi
2	Estrada Itacolomi
3	Rua Santo Agostinho
4	Rua Santa Rosa de Lima
5	Rua Porvir
6	Rua Porvir
7	Rua Divinéia
8	Estr. Rincão da Madalena
9	Estr. Rincão da Madalena
10	Rua Nicolau Chaves
11	Rua Eela Vista esquina com a Rua Jardim do Paraíso
12	Próximo a Av. Ely Correa
13	Av. Guilherme R. Ventura
14	Rua Élio Leal com Rua Simões Lopes
15	Rua Alvarenga com Rua Eli Costa
16	Rua Jaguarão com Rua Bom Jesus
17	Rua Morro dos Conventos, ao lado do Posto de Saúde
18	Rua Amapá
19	Estrada da Cavahada, entre a TDK e Globo Inox
*20	Av. Dorival Cândido Luz de Oliveira, ao lado do Posto Latina
*21	Av. Marechal Rondon
*22	Av. Anita Garibaldi ao lado CIEP
*23	Rua Condé Figueira
*24	Estrada RS-020, parada 65
*25	Rua Antônio Divan
*26	Rua Pampa, atrás do Hotel Intercity
*27	Rua Bernardo Joaquim Ferreira
*28	Rua Bernardino T. Fonseca
*29	Estrada da Cavahada, Atrás da Globo Inox
*30	Rua João Machado
*31	Estrada do Rincão
*32	Rua Padre Réus
*33	Rua Abel Carvalho
*34	Rua Santo Antônio
*35	Rua Itacolomi
*36	Rua Polivalente
*37	Rua Lopes Trovão

*Nota: Locais estimados dos pontos críticos.

(Fonte: PMSB-Gravataí, 2014)

Abaixo são apresentadas algumas imagens (Figura 194, Figura 195, Figura 196 e Figura 197 - PMSB-2014), onde verificam-se as deposições irregulares de lixo, que impactam diretamente na drenagem urbana.



*Figura 194 - Disposição de resíduos sólidos a céu aberto, junto ao passeio público
(Fonte: PMSB-2014)*



*Figura 195 - Depósito clandestino de resíduos sólidos da cidade
(Fonte: PMSB-2014)*



*Figura 196 - Disposição de resíduos sólidos a céu aberto, próximo aos cursos d'água
(Fonte: PMSB-2014)*



*Figura 197 - Resíduos sólidos lançados as margens do recurso hídrico
(Fonte: PMSB-2014)*

Em relação às centrais de triagem não foram identificados os destinos dos rejeitos, que podem provocar impacto direto na drenagem, se dispostos de forma irregular.

Existem pontos críticos de alagamentos que estão próximos dos locais onde há depósitos clandestinos de resíduos.

Nestes casos, os resíduos dispostos de forma irregular contribuem para o comprometimento do sistema de drenagem pluvial, bem como poderão ser carreados para córregos e rios, alterando sua qualidade e área útil da seção de escoamento. As oficinas realizadas pelo PMSB (2014) apontaram:

- Acúmulo de lixo em local impróprio;
- Falta de local adequado para destinação de resíduos sólidos;
- Bocas de lobo sem Manutenção;
- Acúmulo de lixo em áreas públicas;
- Faltam locais apropriados para destinação de lixo;
- Proliferação de insetos;
- Resíduos em Terreno baldio;
- Restos de podas;
- Restos de resíduos de construção;
- Mistura de diversos tipos de lixo.

A cobrança dos serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos e de limpeza e conservação de logradouros, no Município de Gravataí, é realizada através da Taxa de Serviços Urbanos, incluída no carnê do Imposto sobre Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU).

De acordo com o PMSB (2014), nos anos de 2011 e 2012, o somatório das despesas para custear os serviços de limpeza urbana de Gravataí era cerca de 5 (cinco) vezes superior à arrecadação específica.

No ano de 2013 este foi 4 (quatro) vezes maior, evidenciando a insustentabilidade econômica do sistema de gerenciamento dos serviços de limpeza urbana do município nos moldes atuais.

Este fato interfere diretamente na capacidade de investimento em novas tecnologias e equipamentos, na eficiência de sua coleta e destino adequado, o que pode vir a impactar na eficácia de outros sistemas, como o de drenagem.

O PMSB (2014) evidencia claramente a insustentabilidade do sistema adotado pelo município, o que poderia ser amenizado com a implantação de um programa de reciclagem em seu perímetro urbano, uma vez que em média 35% do resíduo gerado na cidade são recicláveis.

O Plano sugere como ação imediata a revisão da taxa de lixo vinculada ao IPTU, para que haja sustentabilidade econômica dos serviços prestados e dos novos investimentos previstos pelo mesmo. Segundo o PMSB (2014) o valor final do índice de sustentabilidade da prestação de serviços de coleta, transporte e destinação final de resíduos sólidos, pode variar entre zero e um ponto, sendo o valor máximo o mais próximo da sustentabilidade, e o mínimo o mais distante, sendo que Gravataí alcançou 0,49.

O referido estudo indica um déficit de planos e programas de educação ambiental, evidenciando o não engajamento da sociedade, na questão de descarte e manejo adequado dos resíduos.

7.4 Viamão

Trata-se de um município com população urbana alcançando percentual de 91% do total (estimada em 245.301 habitantes em 2015) e os 9 % restantes, distribuídos nos distritos de Águas Claras, Itapuã, Capão da Porteira e Área Rural.

O PMSB (2014) apontou uma significativa redução da taxa de crescimento populacional entre 2000 e 2010, em relação a 1991 e 2000 (de 25,9 para 5,3%), além da diminuição da população da zona rural.

O mesmo estudo aponta que os serviços de resíduos sólidos envolvem as seguintes secretarias:

- Secretaria Municipal de Viação e Serviços Urbanos, responsável pela coleta regular e seletiva;
- Secretaria Municipal de Meio Ambiente, responsável pela varrição, poda, capina, fiscalização dos serviços de coleta de resíduos e monitoramento do aterro desativado;
- Secretaria Municipal de Saúde, responsável pelo acondicionamento dos resíduos de saúde até serem coletados, bem como a fiscalização do serviço de coleta e disposição final;
- Secretaria Municipal de Habitação, Desenvolvimento Social e Cidadania, que acompanha por meio de cadastro os catadores informais do município.

O censo IBGE/2010 apontou que do total de 74.219 domicílios do município, 98,33 % eram atendidos pelo sistema de coleta regular de resíduos.

A projeção de geração de resíduos conforme PERS-RS/2015¹⁴ indica um acréscimo de aproximadamente 20%, ou seja, ratificando os dados levantados e projetados pelo PMSB (2014) (total de 75475 t/ano em 2034) conforme ilustrado pela Figura 198.

¹⁴De acordo com o PERS-RS (2015,) o município de Gravataí pertence ao CORED 9, na regionalização das áreas potencialmente favoráveis para a destinação ambientalmente adequada de resíduos sólidos. Está estimado no PERS-RS (2015) um aumento regional de 657.352 (ton/ano) em 2015 para 715.167 (ton/ano) em 2034.

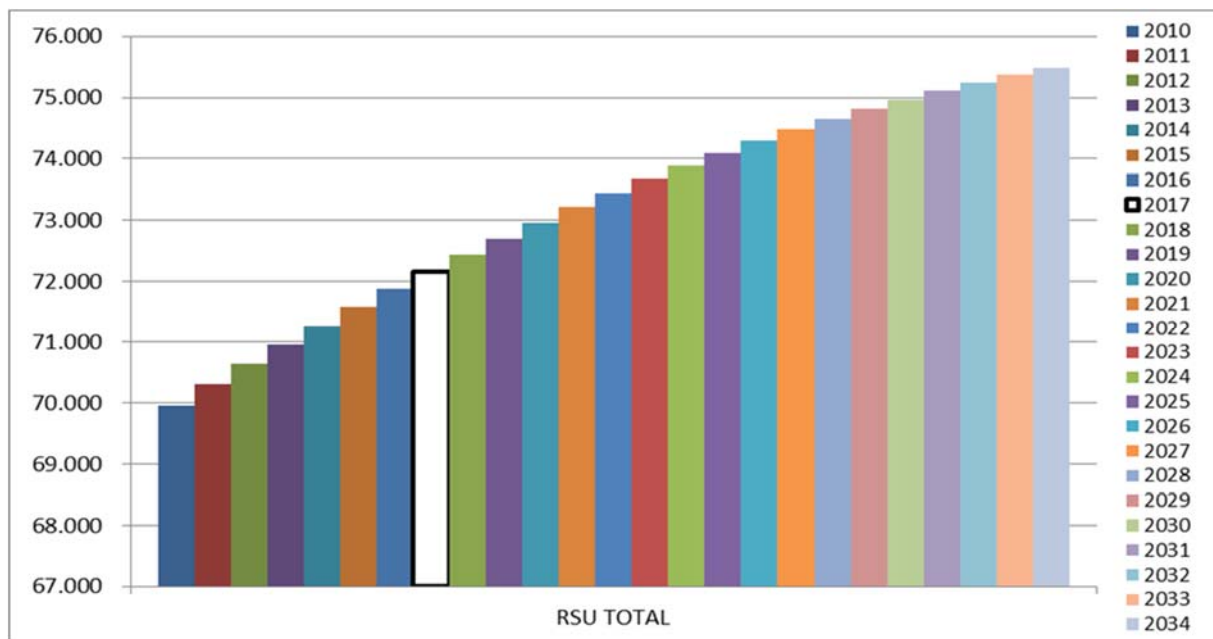


Figura 198 - Produção de RSU total (ton/ano) no município de Viamão
(Fonte: PERS-RS, 2015)

O município dispõe de contêineres na área central para coleta de resíduos orgânicos, e foi constatado que existem poucas lixeiras nas residências.

A empresa Transportes JC Lopes Ltda. realiza os serviços de coleta, e transporte de resíduos domiciliares e comerciais da cidade, que está organizada em 17 setores distintos, totalizando em média 3.000 toneladas/mês (Ver Figura 199).

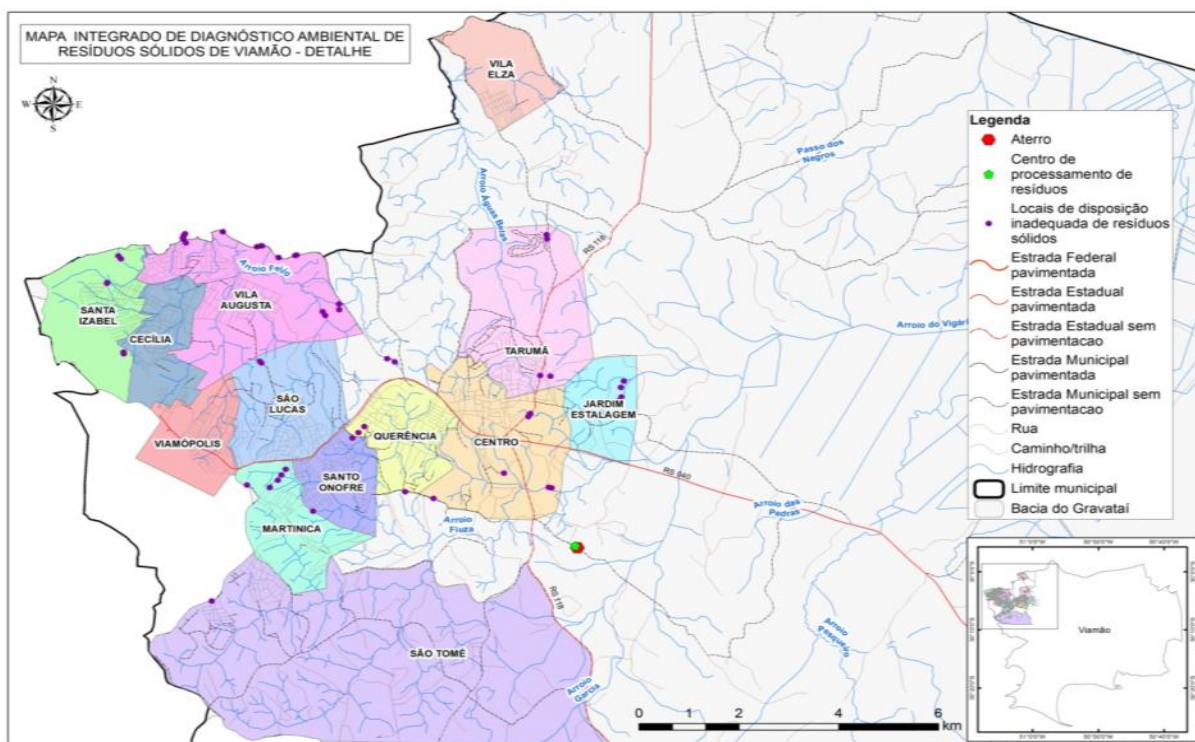


Figura 199 - Mapa integrado de diagnóstico ambiental de RSU de Viamão
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

A disposição final dos resíduos sólidos coletados no município de Viamão é realizada em um aterro controlado, localizado no Bairro Passo do Morrinho, no Beco dos Godoi, 1770, o qual está situado numa antiga área de lixão que foi remediada em 2013, e opera sem licenciamento ambiental.

A área está sendo utilizada para disposição final de resíduos sólidos há 20 anos, sendo que sua vida útil se encontra próxima a capacidade máxima de disposição.

A massa de resíduos recebida no aterro controlado em 2013 foi de 42.955 toneladas, alcançando um volume per capita em torno de 500 g por habitante por dia. A operação e manutenção do aterro controlado é realizada pela Cooperativa dos Catadores de Material Reciclável de Canoas Ltda.

O município de Viamão possui contrato firmado com a empresa Koletar Ltda ME, para realização de serviços de conservação de vias públicas varrição e zeladoria e limpeza de banheiros.

Os resíduos de varrição do município de Viamão são depositados no Aterro de Inertes Municipal, juntamente com os resíduos de construção civil, junto ao Centro de Processamento de Resíduos de Passo do Morrinho.

Os serviços de limpeza através de roçadas, capinas mecanizadas, limpeza geral, bem como pintura de meio fios e postes são realizados pela empresa Mecanicapina Limpeza Urbana Ltda.

A empresa JC Lopes Serviços Ambientais Ltda, presta serviço de hidrojateamento, para limpeza, desobstrução e remoção de detritos e de serviços complementares, em redes de esgoto pluvial misto do perímetro urbano do município de Viamão, bem como a destinação final dos rejeitos gerados na execução deste serviço.

Segundo PMSB (2014), somente 20% do município de Viamão possui coleta de resíduos recicláveis, o que corresponde à parte da área central da cidade, secretarias municipais, escolas municipais e estaduais.

Em alguns locais do Município há contêineres para acondicionamento dos resíduos (região central e alguns dispersos no restante da cidade). Também envolvem recolhimento regular de todo material que tenha condições de reaproveitamento (papel, papelão, plástico, vidro, metais ferrosos), separados e descartados pelos municípios nos locais adequados.

Entre os locais de coleta de resíduos recicláveis estão: 34 locais públicos, 22 sistemas municipais de saúde, 8 centros de referência de assistência social, 29 escolas estaduais, 66 escolas municipais.

Viamão conta com uma Central de Triagem e Armazenamento de Materiais Recicláveis que está localizada no Bairro Estalagem a qual é gerida pela Associação de Recicladores de Viamão, através de termo de cooperação.

Mensalmente são destinados de 5 a 6 t/mês de rejeitos, que são encaminhados para o aterro controlado municipal, e são comercializadas, mensalmente, 25.000 a 29.000 kg, de material reciclável.

Os resíduos de construção civil gerados no município de Viamão são coletados pela Prefeitura e acondicionados no Centro de Processamento de Resíduos de Passo do Morrinho, onde são segregados e reciclados.

O Plano de Gerenciamento de Resíduos de Saúde – PGRSS foi concluído em 2011 e contempla todas os 26 estabelecimentos de saúde do Município, a quantidade coletada mensalmente corresponde a 3,5 toneladas, a empresa Transportes J.C. Lopes realiza o serviço de coleta, transporte, acondicionamento e destinação dos Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde (RSSS). Os resíduos industriais são manejados pelo gerador, conforme versa a legislação.

O PMSB (2014) identifica 57 pontos de descarte de resíduos sólidos de forma irregular no município, conforme Figura 12 já apresentada.

O antigo “lixão” foi alvo do “Plano de Ação para o Controle de Operações do Lixão do Município de Viamão/RS” elaborado pela empresa A.K. Engenharia Ltda/2013, onde o mesmo foi dividido em áreas.

Em caso de manejo adequado, as novas deposições de resíduos sólidos não ocasionariam impacto negativo ao entorno.

São escassas as informações quanto à presença de eventual vazamento de chorume, haja vista que não se identifica monitoramento efetivo, podendo gerar impacto nas drenagens superficiais e subterrâneas.

Identificam-se claras deficiências no sistema de coleta, tanto domiciliar, como de resíduos da construção, e ainda presença de maior número de locais de descarte de resíduos de grande porte, o que potencialmente pode impactar na drenagem urbana.

A empresa JC Lopes Serviços Ambientais Ltda. presta serviço de hidrojateamento, para limpeza, desobstrução e remoção de detritos e de serviços complementares, em redes de esgotos pluviais misto do perímetro urbano do município de Viamão, bem como a destinação final dos rejeitos gerados na execução do serviço.

Identifica-se carência de Ecopontos, que podem reduzir deposições irregulares de resíduos, que venham impactar diretamente nas redes de drenagens.

Segundo o PMSB (2014), no município de Viamão, a taxa de coleta de resíduos é cobrada junto ao Imposto Territorial e Predial Urbano (IPTU).

Tendo como base os dados dos custos e receitas totais e o cenário futuro projetado, o PMSB (2014) aponta viabilidade econômica para a prestação de serviços de resíduos sólidos.

Não foram identificados os indicadores utilizados para avaliar os serviços prestados por terceiros, que vão desde a coleta até a destinação final de todos os resíduos, sendo estes domiciliares, limpeza urbana, construção civil, entulho e serviço da saúde.

Os indicadores utilizados mensuram apenas as etapas de coleta e disposição final, não considerando etapas intermediárias, a relação do número de funcionários por habitante, as despesas relacionadas com os serviços prestados e nem as taxas de resíduos específicos coletados pelo montante total.

7.5 Alvorada

Todo o município de Alvorada está classificado pelo Plano Diretor como área urbana, e segundo o PMSB/2012, a taxa de crescimento populacional, estimada com base nos dados dos Censos/IBGE entre 2000 e 2010 (195.673 habitantes), apresentou índice de 0,62% ao ano.

A produção de resíduos alcança 107 toneladas diariamente (2010), com uma geração per capita de 0,542 kg/hab./dia. A projeção de geração de resíduos para o ano de 2033 é de 77.380 t/ano (212 t/dia).

A maior parcela da gestão dos RSU do município é de responsabilidade da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SEMSU), que possui dois departamentos específicos – Coleta (1) e Destino final dos Resíduos (2) –, que estão diretamente ligados a uma Diretoria Geral, diagnosticado como carente de adequada estrutura de pessoal.

A SEMSU tem as seguintes atribuições: o recolhimento e destino de resíduos sólidos domésticos; a capina e limpeza de ruas, sarjetas e passeios públicos; a conservação e limpeza de praças e parques; a execução e manutenção da iluminação pública nas ruas e praças; a administração e conservação de cemitérios e capelas mortuárias; a implantação, zeladoria, conservação e manutenção de equipamentos comunitários em locais públicos; entre outras.

A Secretaria Municipal de Obras e Viação (SMOV) é responsável pelo controle e fiscalização dos resíduos encaminhados a SIL – Soluções Ambientais, bem como pela manutenção da Estação de Transbordo e da Central de Triagem localizados no Aterro Municipal (Figura 200).

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SMAM é responsável não somente pela fiscalização, como também pela realização de Educação Ambiental com temas relacionados a RSU no município, e a gestão da coleta seletiva junto às Associações e Cooperativas da cidade.

A Secretaria Municipal da Fazenda, órgão responsável pela arrecadação dos tributos municipais, incluiu as despesas com os RSU do município na cobrança do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU).

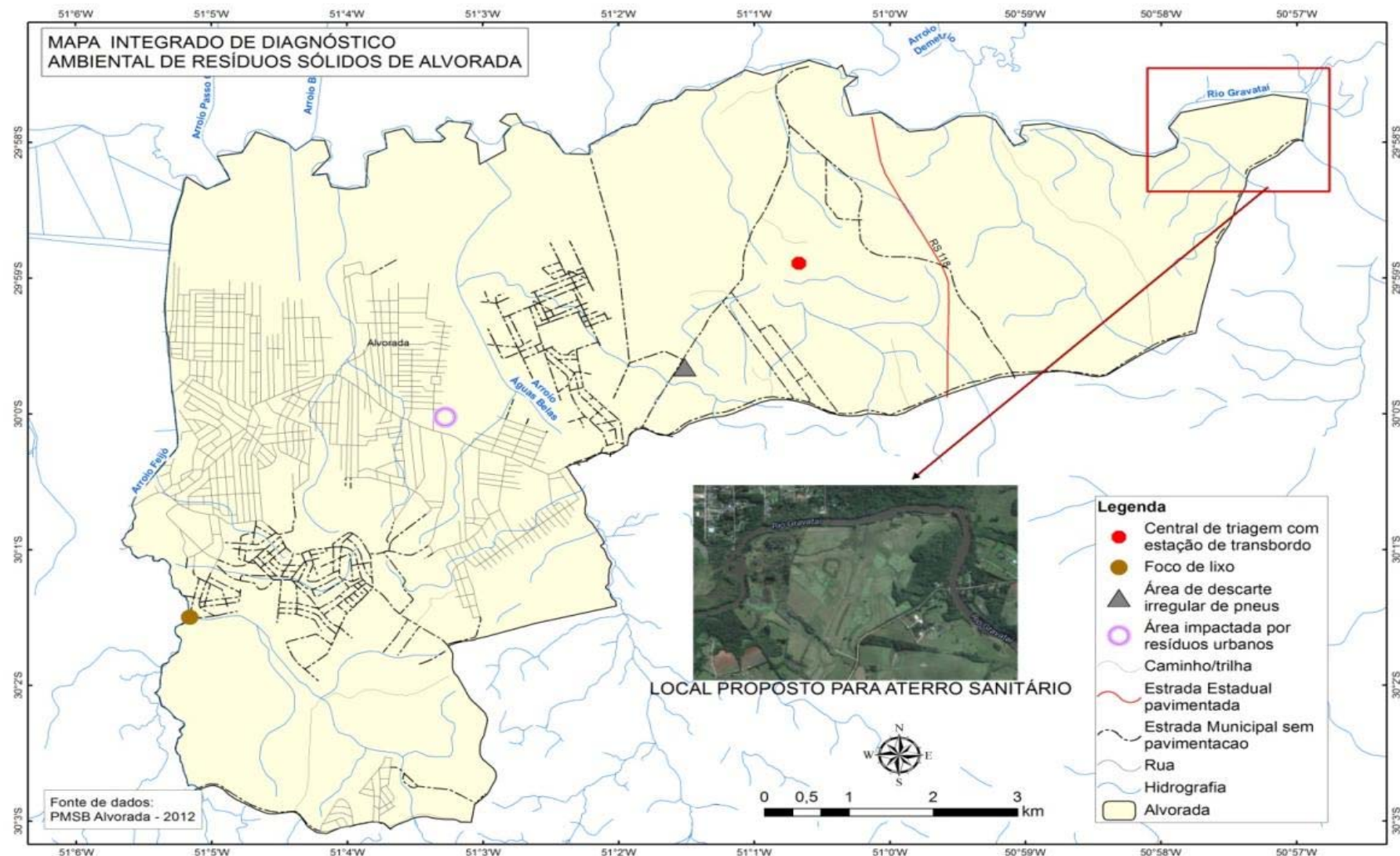


Figura 200 - Mapa integrado de diagnóstico ambiental de RSU de Alvorada.
(Fonte: Adaptado do PMSB, 2012)

Segundo o PMSB (2012), a distribuição da gestão dos resíduos sólidos de Alvorada, está definida conforme o Quadro 80.

Quadro 80 - Responsabilidade do RSU do município de Alvorada

TIPO DE RESÍDUO	SECRETARIA RESPONSÁVEL
Domiciliar	SEMSU
Seco / Seletivo	SEMSU
Hospitalar	SEMSU
Cemiterial	SEMSU
Construção Civil	SEMSU
Domiciliar	SMOV
Pneus Inservíveis	SMAN
Eletrônicos inservíveis	SMAN
Industrial	SMAN

(Fonte: PMSB-Alvorada, 2012)

De acordo com o PMSB (2012), Alvorada apresenta índice satisfatório de varrição, tendo em vista que realizou no ano de 2011 a varrição de 10.221 km (1,2 km/empregado/dia), pouco abaixo da média nacional (1,3 km/empregado/dia).

A coleta domiciliar de lixo de Alvorada é setorizada e possui um itinerário traçado, atingindo 100% da área urbana, sendo efetuada três vezes por semana em todo município, sendo que em algumas avenidas principais a coleta é diária.

O município implantou em setembro/2012 um projeto piloto de coleta mecanizada ou containerizada, com 10 containers metálicos com capacidade de 1000 litros cada, dispostos na Avenida Presidente Getúlio Vargas entre o Pórtico do Município e a Avenida da Pátria.

Os resíduos domiciliares, após serem coletados por caminhões compactadores, têm como destino temporário a Unidade de Transbordo localizada no Aterro Sanitário Municipal, que teve suas atividades encerradas no ano de 2009, por ter atingido sua capacidade máxima, onde atualmente opera uma central de triagem.

O serviço de coleta seletiva é prestado de segunda a sábado na Av. Getúlio Vargas, duas vezes na semana nos bairros: Algarve, Porto Verde e no Distrito Industrial, nos demais bairros e vilas da cidade ocorre apenas uma vez na semana.

O PMSB/2012 identificou que a Coleta Seletiva recolhe menos de 3% do resíduo potencialmente reciclável gerado diariamente no município. Neste volume não estão incluídos os materiais da coleta seletiva informal, realizada por catadores autônomos.

Em Alvorada, as instituições legalmente registradas que recebem o material recolhido pela Coleta Seletiva são:

- Associação dos Catadores de Alvorada (ACATA);
- Associação dos Catadores da Torotama;
- Cooperativa de Recicladores de Alvorada (COOREAL).

Das cargas de resíduo seletivo coletado no município apenas as que são entregues no Aterro Municipal são pesadas, as outras duas Associações não possuem balança para pesagem dos caminhões da coleta.

No ano de 2011 a quantidade média de caminhões da Coleta Seletiva cujas cargas foram destinadas ao Aterro Municipal para ser trabalhada pela COOREAL foi de 68 caminhões/mês, com peso médio de 0,920 toneladas cada. Para as Associações Torotama e Acata foram encaminhados aproximadamente 12 caminhões por mês.

Através dos dados diagnosticados o PMSB/2012 aponta uma quantidade de resíduos mensais de 82,4 t/mês de coleta seletiva (2,74 t/dia).

Assim, as cargas não trabalhadas pelos catadores na Central de Triagem (resíduo bruto) e o rejeito das trabalhadas, são encaminhadas a SIL – Soluções ambientais.

Essa empresa é responsável pelo transporte rodoviário dos resíduos e também sua disposição final em aterro próprio, localizado no Município de Minas do Leão, cerca de 120 km de distância da Cidade de Alvorada.

Conforme diagnosticado, a baixa adesão ou oferta de coleta seletiva à população, talvez explique o alto índice de pontos de descartes irregulares no município (110 focos de lixo, sendo que 40 destes focos são crônicos).

O recolhimento deste resíduo é realizado por uma empresa terceirizada, que coleta e destina mensalmente cerca de 1.600 m³ de entulhos e materiais provenientes da limpeza dos focos de lixo.

O destino desse material é realizado por empresa devidamente licenciada pela FEPAM para recebimento de resíduos Classe IIA (inertes).

Não foram identificados locais para a disposição adequada como Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) e aterro licenciado de resíduos inertes, o que pode também estar contribuindo para a deposição indiscriminada e irregular de resíduos, aumentando assim a quantidade de focos de lixo espalhados pelo município.

Segundo o PMSB/2012, há planos para a ampliação do aterro municipal, devendo-se respeitar um raio de 20 km de aeroportos, a única área disponível seria lindeira aos municípios de Gravataí e Viamão, área que fica praticamente localizada na planície lagunar do Rio Gravataí, o que dificulta em termos ambiental a atividade de disposição final de RSU, conforme apresentado pela figura anterior.

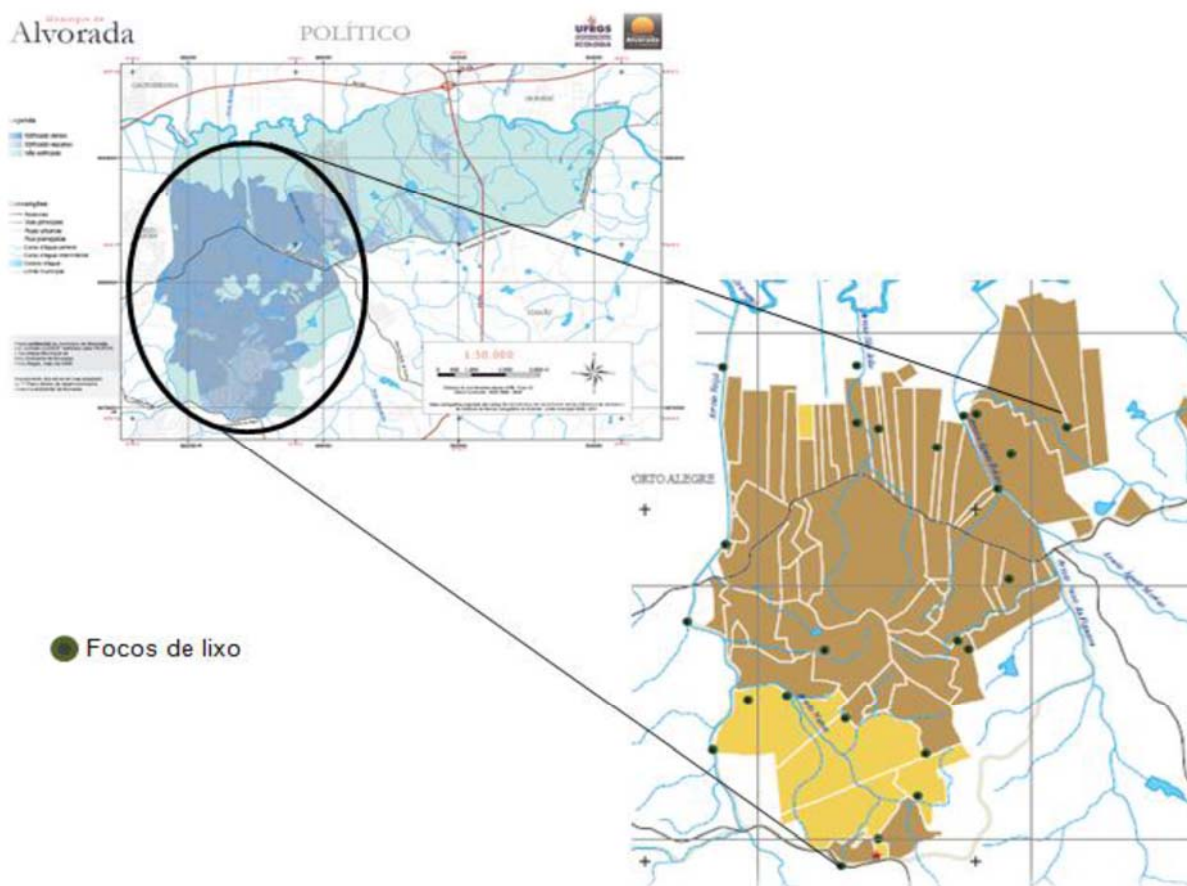
Os RSS gerados nas unidades municipais de saúde de Alvorada (15 Unidades de Saúde e um Hospital) somam o montante anual de 54 toneladas (SEMSU, 2012), o que perfaz o índice de 0,275 kg/hab./ano, indicador relativamente menor do apresentado no Estado do RS e no Brasil.

Alvorada não possui área licenciada para destinação dos resíduos inertes – os Resíduos da Construção Demolição (RCD), e são dispostos conjunta e irregularmente com os Resíduos Volumosos (RV), gerando diversos focos de deposição irregular no município (19.200 m³ recolhidos em 2011).

Em 2012 a SEMSU diagnosticou que o volume contratado para recolhimento é atingido na primeira quinzena do mês, obrigando a própria Secretaria a dar continuidade na execução do serviço até o início do mês subsequente, com estimativa de geração de 3.300 m³/mês.

No que tange aos focos de lixo, comumente a SEMSU realiza o recolhimento em operações de limpeza corretiva, integrando as atividades de limpeza pública. Ações mais específicas envolvem a Equipe de Educação Ambiental da SMAM.

O Plano Ambiental/2008 aponta sua localização, notadamente próximo às áreas de maior concentração populacional da cidade, conforme Figura 201.



*Figura 201 - Focos de lixo localizados nas áreas de maior concentração populacional
Fonte: Plano Ambiental de Alvorada, 2008 – PMSB, 2012*

Os resíduos industriais têm sua coleta, destinação e/ou disposição final como responsabilidade do gerador. Atendendo a Lei Federal 12.305/2010 (PNRS) as pilhas e baterias que devem atender à logística reversa têm um posto de entrega credenciado pela ABINEE, instalado em estabelecimento comercial localizado na Av. Presidente Getúlio Vargas.

Conforme o PMSB/2012, o Município de Alvorada no ano de 2008, realizou convênio com a Associação Reciclanip, entidade sem fins lucrativos, responsável pela coleta e destinação de pneus inservíveis que são acondicionados inicialmente em um galpão de armazenamento temporário, localizado no aterro municipal.

A administração deste convênio, sem custo para o município, está a cargo da SMAM. O recolhimento e destinação final do material é realizado por empresa contratada pela própria Reciclanip ocorrendo quando seu montante chega próximo a dois mil pneus.

O destino desse material comumente são os fornos da Empresa Cimpor Cimentos do Brasil localizada no Município de Nova Santa Rita/RS.

Não foram identificadas ações referentes a disposição de óleos lubrificantes e suas embalagens, exigindo adequado manejo, visando sua descontaminação para posterior reciclagem do plástico em que é fabricado.

Também não foram registrados pontos de coleta de lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, que estão elencadas na Lei Federal 12.305/2010 (PNRS) como um dos resíduos que deve atender a Logística Reversa.

O município de Alvorada firmou no ano de 2011 um Termo de Adesão para campanha de recolhimento de equipamentos eletrônicos de informática e telecomunicação pós-consumo com empresa parceira do sistema FECOMÉRCIO/SESC/SENAC.

Os resíduos do Cemitério Municipal são acondicionados em caçambas estacionárias e posteriormente recolhidos por empresa terceirizada contratada pela Administração Municipal que também faz a destinação final conforme sua característica, para Unidade de Transbordo do Aterro Municipal ou a outro aterro devidamente licenciado.

O município não tem Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), os quais contribuem para problemas relacionados com a produção do lixo e a drenagem.

Em relação à existência de passivos ambientais, o município de Alvorada possui área impactada pela deposição irregular de RSU localizada entre as Ruas Barão Vermelho e Campo Verde no Bairro Umbu. O local, conhecido como Pradinho é lindeiro ao Arroio Águas Belas, cujas atividades de disposição final de resíduos foi encerrada em janeiro/2013.

O Poder Público Municipal assinou, em setembro de 2013, Termo de Ajustamento de Conduta Ambiental – TAC com o Ministério Público de Alvorada com objetivo de planejar a remediação da área e devolvê-la ao contexto urbanístico da cidade.

Em relação à interface com o sistema de drenagem podem ser implementadas ações de intensificação de varrições, pela empresa contratada, através procedimentos conjuntos, seja na área gerencial como socioambiental, tais como Programas de Educação Ambiental, em locais críticos preventivamente às ocorrências de precipitações intensas.

Um dos principais focos de lixo com deposição irregular se localiza na margem do Arroio Feijó na confluência da Avenida Tiradentes e Rua Guia Lopes, Bairro Jardim Porto Alegre, junto a Área de Preservação Permanente (APP). No PMSB/2012, as áreas de risco estão localizadas em cotas baixas e na beira do Rio Gravataí

A disposição espacial dos ecopontos, bem como a sua funcionalidade e quantidade, são insuficientes para a demanda do município, contribuindo para impactos diretos na drenagem urbana, caso não ocorra recolhimento e fiscalização adequados.

Segundo o PMSB/2012, a cobrança da taxa para prestação de serviços de RSU do município de Alvorada estão inclusas no Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU).

O valor arrecadado alcança cerca de 25% das despesas necessárias para gestão dos serviços, gerando a necessidade de geração de recursos adicionais para subsídio operacional, dessa maneira a conjuntura atual demonstra a necessidade de revisão das taxas de lixo com uma distribuição de acordo com a renda ou valor dos imóveis.

Não foram identificados indicadores para avaliação dos serviços prestados por terceiros, que vão desde a coleta até a destinação final de todos os resíduos, sendo estes domiciliares, limpeza urbana, construção civil, entulho e serviço da saúde.

Os indicadores utilizados atualmente mensuram apenas as etapas de coleta e disposição final, não considerando etapas intermediárias, a relação do número de funcionários por habitante, as despesas relacionadas com os serviços prestados e nem as taxas de resíduos específicos coletados pelo montante total, indicando insuficiência de parâmetros para uma avaliação adequada dos serviços prestados.

7.6 Cachoeirinha

De acordo com o PDDU Cachoeirinha apresenta a totalidade do seu território como área urbana, sendo que a projeção populacional para 2035 é de 139.724 habitantes. Nessa tendência a projeção de volume de resíduos para final de plano é de 40.799 ton/ano (PMSB/2014).

A abrangência da coleta dos resíduos domiciliares atualmente corresponde a 100 % do município (18.111 toneladas ao ano com *per capita* de 0,57 kg/hab/dia), segundo o PMGIRS, 2012. Em relação aos resíduos públicos, Cachoeirinha gera aproximadamente 18,0 toneladas anualmente.

A Secretaria Municipal de Serviços Urbanos é a responsável pela gestão e fiscalização dos contratos estabelecidos junto às empresas que efetuam a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

A JC Lopes Ltda. realiza os serviços de coleta regular e seletiva dos resíduos domiciliares, destinação final dos resíduos sólidos urbanos, já a Prefeitura Municipal realiza os serviços de limpeza de lotes vagos e coleta de resíduos volumosos, enquanto empresas terceirizadas fazem: coleta de pneu velho, limpeza de feiras / mercados, limpeza de bocas de lobo, poda de árvores, limpeza de lotes vagos, remoção de animais mortos, coleta e pneu velho, coleta de resíduos volumosos e coleta de lâmpadas fluorescentes.

Analisando os dados do PERS-RS/2015 e comparando com os dados do PMSB/2014, identifica-se um crescimento de aproximadamente 10% na geração de resíduos do município de Cachoeirinha, conforme a Figura 202 (de 2015 a 2034).

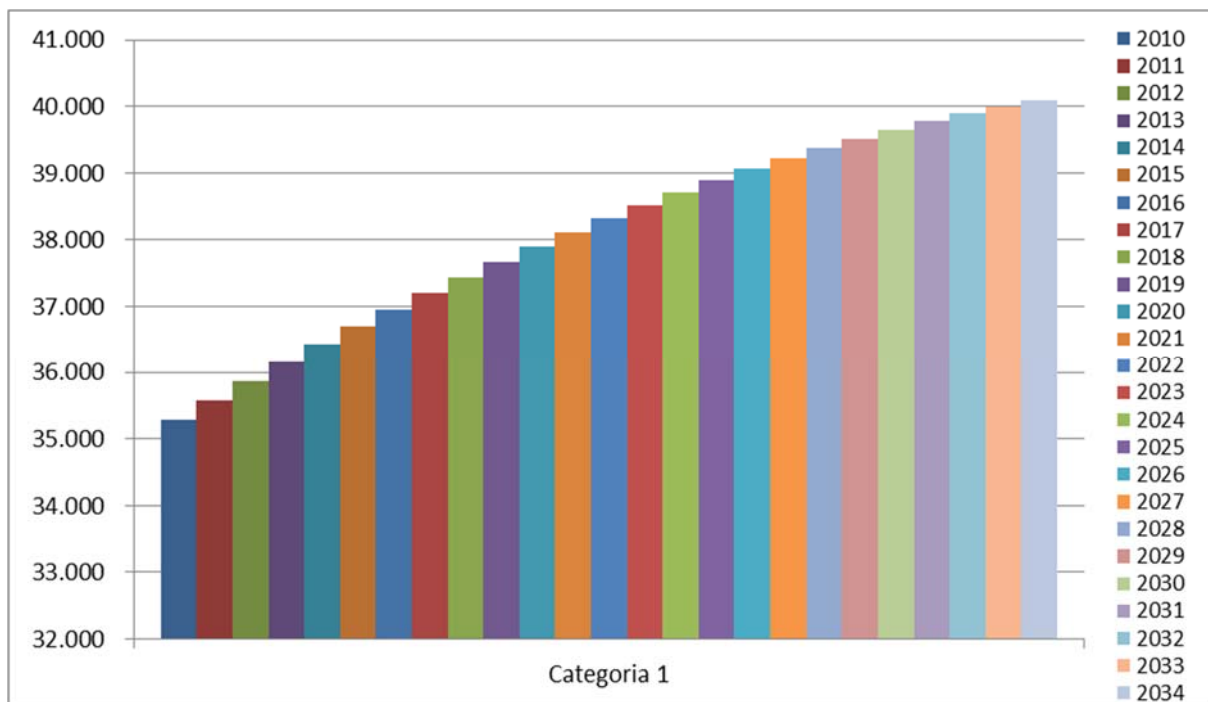


Figura 202 - Produção de RSU total no município de Cachoeirinha
(Fonte: PERS-RS, 2015)

Segundo o PMSB/2014, após o recolhimento, os resíduos são encaminhados ao Galpão Público de Reciclagem, operado pela Associação dos Classificadores de Resíduos Recicláveis - ACRER, para serem submetidos aos processos de triagem.

Em Cachoeirinha, a coleta seletiva é administrada pela Secretaria Municipal de Infraestrutura (SMINF) e operada pela empresa JC Lopes, ocorrendo de segunda-feira a sábado, sempre nos dias opostos à coleta do lixo orgânico, contando com (02) Postos de Entrega Voluntária – PEVs.

Além da coleta seletiva operada por empresa contratada, há no município um projeto piloto, junto ao Movimento Nacional dos Catadores, que prevê a coleta seletiva porta a porta, mediante a atuação de catadores (atualmente com 20 no total) de materiais recicláveis e reutilizáveis.

Os resíduos advindos desta coleta são encaminhados à Central de Triagem operada pela Associação de Vários Carroceiros e Carrinheiros, representada pelo Movimento Nacional dos Catadores de Resíduos Recicláveis (PMSB/2014).

O PMSB/2014 aponta que o município estava planejando a implementação do sistema de logística reversa e responsabilidade compartilhada, de: lâmpadas fluorescentes, pneus, óleo de cozinha e lixo eletrônico.

Os resíduos de lâmpadas fluorescentes provenientes de prédios públicos são recolhidos, embalados e armazenados no depósito da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos, para futura destinação para as empresas fabricantes.

Os pneus inservíveis são recolhidos na coleta seletiva, mediante agendamento prévio. Todos os pneus são encaminhados para incineração nos fornos da Empresa Cimpor Cimentos do Brasil localizada no Município de Nova Santa Rita/RS. Já para o óleo vegetal saturado também é recolhido pela coleta seletiva nos bairros em que está ocorrendo, ou por agendamento. Este resíduo é destinado à empresa SC Comércio de Bioenergia Ltda (PMGIRS, 2012).

O PMSB/2014 aponta que o município está planejando outros locais específicos de coleta de óleo a serem implantados, com geração de um mapa dos pontos estratégicos no qual ficará o Ponto de Entrega Voluntária de Óleos e Gorduras (PEVOG).

Cabe destacar que Cachoeirinha aderiu em 2011 ao projeto Ressanear, do Ministério Público Estadual, com o qual estabeleceu uma forte parceria visando à redução de embalagens e adequações em logística reversa.

O município conta ainda com a existência de duas Centrais de Triagem, ambas operadas por associações de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis: (Ver Figura 203)

- Central de Triagem Pública: operada pela ACRER - Associação dos Classificadores de Resíduos Recicláveis, situada na Travessa Gregório, no Distrito Industrial.
- Central de Triagem Privada: operada por 20 catadores da Associação de Vários Carroceiros e Carrinheiros (representantes do Movimento Nacional dos Catadores de Resíduos Recicláveis), localizada no bairro Nova Conquista.

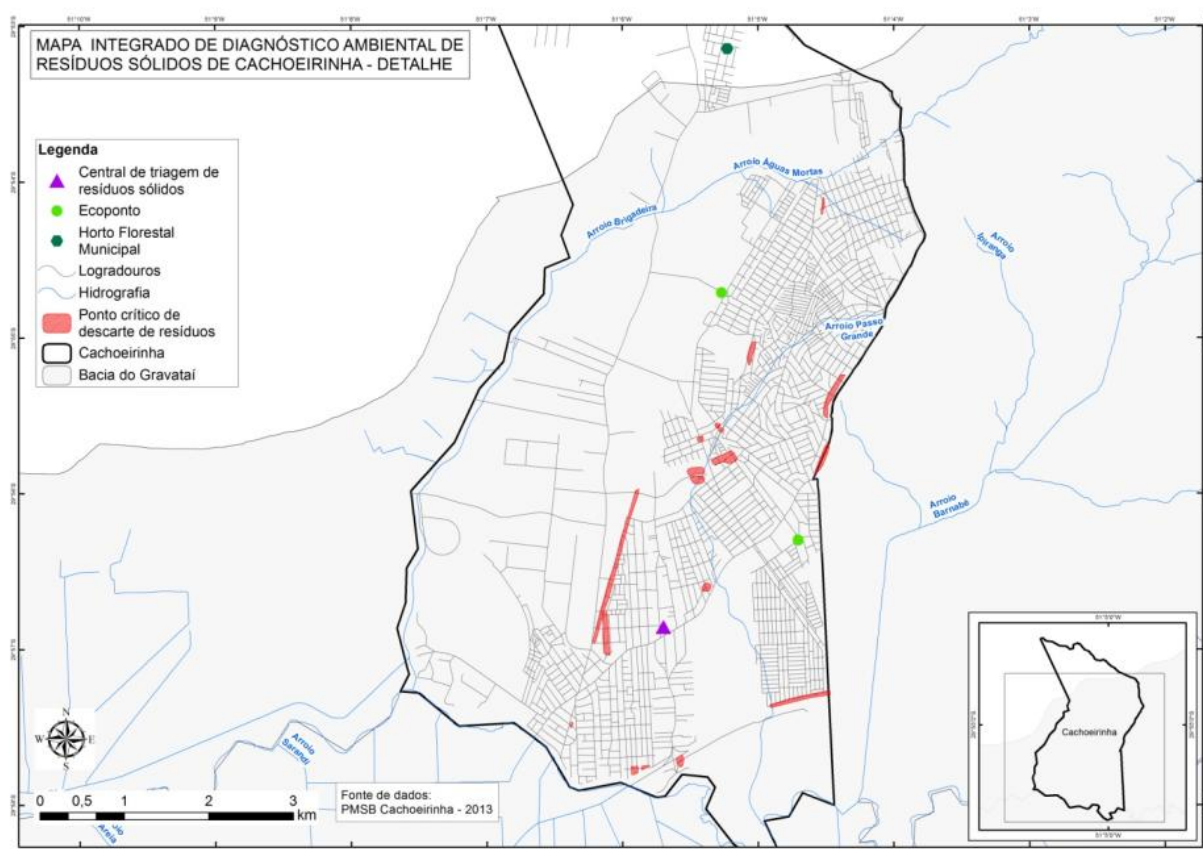


Figura 203 - Mapa de diagnóstico ambiental de RSU de Cachoeirinha
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Os rejeitos provenientes das operações de coleta regular e triagem são transportados até o Aterro Sanitário Revita Engenharia S/A., localizado na Estrada do Socorro, nº 1.550 – Bairro Arroio da Manteiga, São Leopoldo/RS, a uma distância de 35 quilômetros.

Os resíduos inertes, oriundos da limpeza municipal, são destinados para o Aterro de Resíduos Inertes ATR, situado na cidade de Gravataí/RS, devidamente licenciado para esta finalidade. Já para os resíduos provenientes dos serviços de poda, capina e raspagem são destinados para o Horto Florestal Municipal Chico Mendes, para processo de compostagem, e para a Comunidade Terapêutica Reviver.

A coleta de resíduos inertes da construção civil ocorre nos 42 bairros do município, mediante agendamento, ou durante o processo de limpeza municipal.

O PMSB/2014 não identifica informações referentes à limpeza de bocas de lobo, canais em geral, limpeza de terrenos baldios, rios, lagos, entre outros.

Os resíduos da saúde são coletados pela empresa Ambientus Tecnologia Ambiental Ltda (166,20 ton. – SNIS/2011). O material é encaminhado para a unidade de armazenamento temporário de resíduos classe I da empresa Pro-Ambiente Ind. e Comércio de Produtos Químicos e Resíduos Industriais Ltda., situada em Gravataí/RS, que posteriormente os encaminha para a Resicontrol Serviços Ambientais S/A - Curitiba, PR.

Foram identificados dois Ecopontos:

- Centro/Zona Sul: Rua Lindolfo Wagner, s/n. Atrás do Shopping do Vale
- Zona Norte: Rua Ary Rosa dos Santos, 131, próximo a Igreja Santa Clara e do Estádio do Cruzeiro.

O PMSB/2014 aponta alguns passivos ambientais decorrentes do acondicionamento e descarte de resíduos sólidos, como: inúmeras disposições clandestinas de lixo, em terrenos baldios e cursos d'água, disposição irregular de resíduos sólidos domésticos no arroio Passinhos, disposição irregular de resíduos em área próxima ao Distrito Industrial.

Consta ainda como passivo ambiental o Aterro Sanitário Metropolitano Santa Tecla (ASMTS), haja vista que sua implantação teve a participação em sistema de consórcio com Porto Alegre, Cachoeirinha, Esteio e Gravataí. Atualmente está em fase final de recuperação e operação.

Os pontos críticos de deposição irregular de lixo a serem mapeadas e gerenciadas, estão situadas principalmente junto aos Arroios Passinhos, Águas Mortas e Rio Gravataí.

A carência de Ecopontos, bem como a sua funcionalidade, acarreta no incremento de resíduos dispostos em áreas irregulares e a consequente degradação dos cursos d'água, destino final dos entulhos, comprometendo a qualidade da água e reduzindo a seção útil de escoamento dos canais.

Segundo O PMSB/2014, no ano de 2010 a receita arrecadada foi cerca de 4 vezes menor que a necessidade de recursos para cobrir a prestação de serviços de coleta, transporte e disposição final dos resíduos domiciliares.

A referida cobrança não contempla os serviços de coleta, transporte e destinação final dos resíduos inertes de pequenos geradores.

Se o município tomar medidas complementares como a educação ambiental e conscientização da população, quanto a sua responsabilidade na geração e deposição de resíduos, ou ainda imprimindo multas aos responsáveis, essa perspectiva pode ser diferente, mesmo se mantida a projeção de geração de resíduos para final de plano.

Assim como em Alvorada, não foram identificados indicadores para avaliação dos serviços prestados por terceiros.

O município de Cachoeirinha apresenta problemas de planejamento e execução da rede pluvial, que associado a falta de manutenção e limpeza das bocas de lobo e tubulação, e consequente acúmulo de lixo, resulta em alagamentos em diversos pontos da cidade.

Os cursos d'água do município de Cachoeirinha apresentam conflito com a ocupação urbana, seja em termos de acúmulo de resíduos, seja em função de ocupação da APP.

7.7 Canoas

Conforme o PDDU, Canoas possui apenas área urbana em seu território, e sua população estimada em 339.305 habitantes para 2015, com projeção populacional de 363.979 habitantes para 2035 (Prósinos/2014), apresenta uma projeção de geração de resíduos 116.374 toneladas anuais.

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Canoas (2014) aponta a evolução da geração/coleta de resíduos sólidos domiciliares no ano de 2013, alcançando uma média mensal de 6.340,93 toneladas. As variações históricas de per capita entre 2007 e 2013 oscilaram entre 0,61 e 0,69 kg/hab.*dia.

Segundo o PMSB/2012, a prestação dos serviços de manejo dos resíduos sólidos de Canoas, é realizada por terceiros, mediante a fiscalização de diversas secretarias:

- Secretaria Municipal de Serviços Urbanos: Coleta regular domiciliar (orgânico)
- Secretaria Municipal do Meio Ambiente: Destinação Final
- Secretaria Municipal do Meio Ambiente: Coleta seletiva (inorgânico)
- Secretaria Municipal do Meio Ambiente: Cooperativas de recicladores
- Secretaria Municipal de Serviços Urbanos: Varrição
- Secretaria Municipal de Serviços Urbanos: Capina, roçada e meio-fio
- Secretaria Municipal de Serviços Urbanos: Limpeza de focos de lixo

A coleta domiciliar é realizada pela empresa Revita Engenharia Sustentável, através de 14 caminhões com carrocerias compactadoras, e abrange a totalidade das residências do município de Canoas, dividido em 27 setores, ou seja, sua efetividade é de 100%, incluído vilas irregulares e locais de difícil acesso.

A empresa contratada para realizar o serviço de coleta domiciliar é remunerada por tonelada coletada, quantidade aferida na balança rodoviária existente no aterro sanitário de destinação final.

Os resíduos comerciais ou de terceiros que ultrapassam, por carga, um volume acima de 200 litros, são encaminhados ao ponto de destinação final em veículos particulares, alcançando no ano de 2011 uma média de 847 toneladas por mês.

Quanto à destinação final, até fevereiro de 2012 os resíduos domésticos de Canoas eram destinados no aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos do próprio município de Canoas, localizado na Estrada do Nazário n.º 3.303, na Fazenda Guajuviras, no município de Canoas, em área de 13 hectares, conforme ilustrado pela Figura 204.

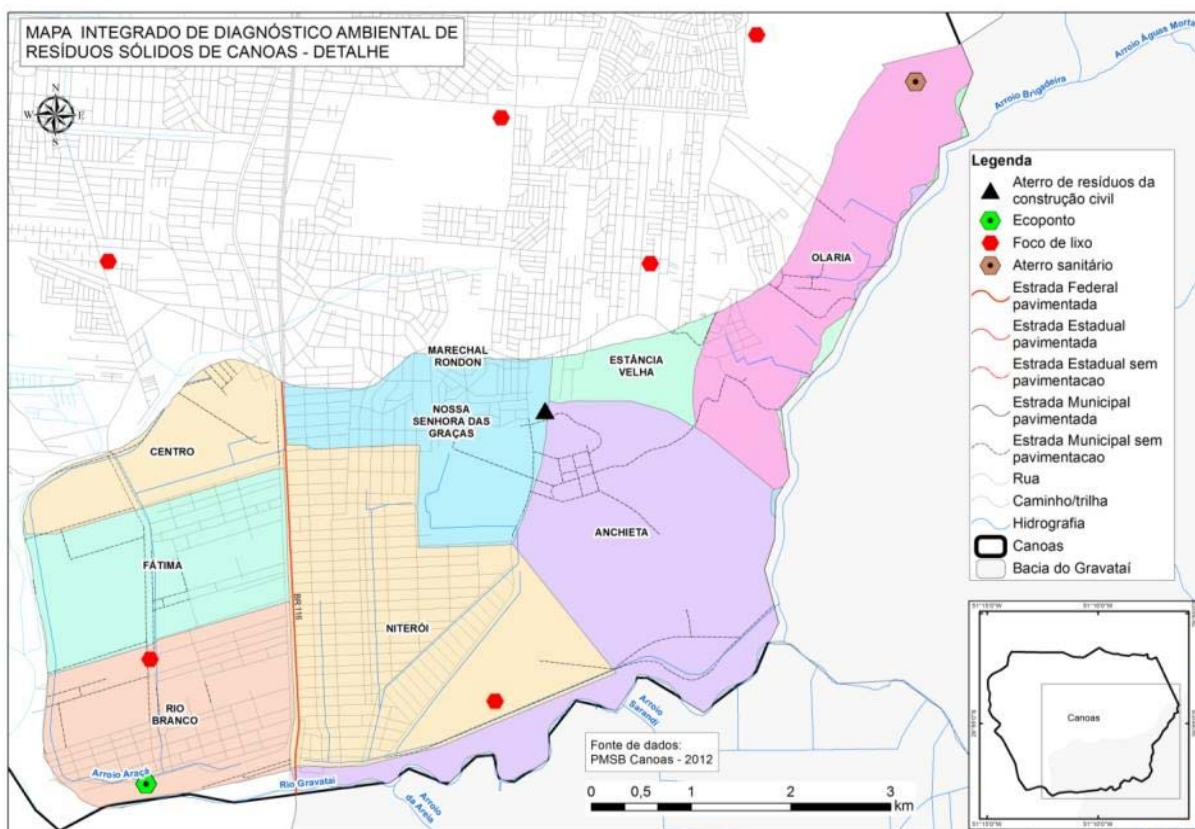


Figura 204 - Mapa de diagnóstico ambiental integrado de RSU de Canoas
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

A partir de fevereiro de 2012 o local passou a funcionar como uma Estação de Transbordo e os resíduos passaram a ser transportados até a Central de Resíduos de São Leopoldo, exigindo as etapas de transbordo e transporte por mais 30 km por via rodoviária (Estrada do Socorro n.º 1.550, bairro Arroio da Manteiga, no município de São Leopoldo).

Quanto aos resíduos sólidos seletivos, os resíduos recicláveis produzidos nas residências, nas empresas, nas escolas, nos órgãos do governo municipal, federal e em outras instituições é realizada através de um contrato das cooperativas de recicladores com a Prefeitura, sendo feito nos domicílios, coletado de porta a porta, ou ainda em 48 Pontos de Entrega Voluntária (PEV's).

O município conta com coleta por container, com aproximadamente 430 unidades. Em relação a área de abrangência da Bacia do Rio Gravataí, a coleta seletiva é realizada semanalmente nos bairros: Marechal Rondon, Fátima, Rio Branco, Niterói, Olaria, Estância Velha e Guajuviras, enquanto que nos bairros Brigadeira e Ilha das Garças não é realizada coleta seletiva.

O município tem contrato com 4 cooperativas: COOARLAS, COOPCAMATE, COOPERMAG e RENASCER onde são coletadas 187,2 toneladas de resíduos mensalmente na coleta seletiva e comercializadas 145,6 toneladas (41,6 toneladas de rejeitos - 22,2 % do total).

Há ainda em Canoas um aterro de RCC (CTRCD Niterói) e de resíduos inertes que opera como uma central de triagem, classificação e armazenamento, para posterior distribuição.

Esse local é administrado e gerenciado pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMMA) - em propriedade particular, localizada na Rua C, no Bairro Niterói, Distrito Industrial Jorge Lanner - e recebe resíduos gerados em Canoas e outros municípios da Região Metropolitana.

Em relação aos resíduos da saúde a gestão está a cargo da Secretaria de Serviços Urbanos, que terceiriza os serviços à empresa Revita Engenharia Sustentável, com frequência de coleta diária no Hospital de Pronto Socorro e uma vez por semana nos demais estabelecimentos.

Os serviços de varrição, capina e roçada, pintura de meio-fio e poda, são conduzidos pela Secretaria Municipal de Serviços Urbanos, e terceirizados à empresa Revita Engenharia Sustentável, que realiza serviço em média por 4.802 km/mês.

Embora sob os cuidados da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos, a Mecanicapina Limpeza Urbana Ltda, realiza a construção, implementação, operação e gerenciamento dos Ecopontos. Atualmente existem 4 Ecopontos com previsão de ampliação para 8 unidades.

Na área de abrangência da Bacia do Rio Gravataí estão em operação:

- Ecoponto Rio Branco, localizado na Rua Hermes da Fonseca, esquina Rua Iguaçu, cujo transporte de resíduos até o aterro é realizado pela Prefeitura;
- Ecoponto Niterói: Rua G, 141, Bairro Niterói.

Foram identificados pelo PMSB/2012, em abril de 2012, 81 (oitenta e um) pontos históricos e focos de disposição irregular de resíduos, como restos de alimentos, plásticos, latas vidros, papéis resíduos da construção civil, solo, restos de poda, sofás, pneus, animais mortos entre outros.

Na área de abrangência deste estudo estão:

- Bairro Niterói:
 - ✓ Barão do Rio Branco;
 - ✓ Rua Paulo Fonteles Esq. Brasil Nº 319 e Arredores;
 - ✓ Borges de Medeiros (Terreno Baldio) ao Lado 771;
 - ✓ Lajeado esquina com Gravataí;
 - ✓ Farroupilha com Dom Feliciano;
 - ✓ Rua "G" com Jorge Lanner;
 - ✓ Gravataí próximo Albatroz.

- Bairros Rio Branco e Fátima
 - ✓ Bartolomeu Frente ao 1749 – Lado da Vala do Irineu;
 - ✓ Ao lado da Escola Paulo VI – Vila 1365 Irineu;
 - ✓ Em frente à Rua Diretor Augusto Pestana – Irineu;
 - ✓ Machadinho – Irineu;
 - ✓ Primavera esquina Valo Próximo ao Gás;
 - ✓ Humberto de Campos Próximo Valo;
 - ✓ Humberto esquina Felipe Camarão;
 - ✓ 13 de Maio;
 - ✓ Dique do Canil;
 - ✓ João Wobeto próximo ao Valo;
 - ✓ Irineu – Atrás do Parque;
 - ✓ Buttembender frente 1075, esquina Joaquim Caetano;
 - ✓ Boa Esperança Frente 2290, Construtora Realizando Obra;
 - ✓ Vidal de Negreiros – Final;
 - ✓ Henrique Dias – Final;
 - ✓ Hermes da Fonseca – Final da Rua em Cima do Dique;
 - ✓ General Câmara X Próximo dos Trilhos;
 - ✓ Antonio Wobeto;
 - ✓ Santa Clara no Final;
 - ✓ Dique Próximo ao Areial (Baiano);
 - ✓ Três de Outubro – Toda;
 - ✓ Ucranianos;
 - ✓ República – Trilhos Frente ao Central Park.

Em termos de passivos ambientais, embora tenham recebido medidas de contenção de poluição tem-se o Aterro Guajuviras (que atualmente está desativado) e o Aterro de Inertes Jorge Lanner, que recebe resíduos inertes de reformas e construções e também os coletados nas áreas de disposição irregular de resíduos.

Ambos os locais, apresentam projetos futuros de remediação.

O PMSB/2012 aponta existência de planejamento desconexo das ações previstas para o SES, RSU e suas interfaces com a drenagem urbana.

Além da perda de recursos, identifica o comprometimento da operação do sistema de drenagem e sua conservação, pela ineficiência dos serviços de limpeza, desassoreamento e manutenção preventiva de canais e redes tubulares.

Na área de abrangência da bacia do Rio Gravataí, PSMB/2012 apontou a incidência de resíduos sólidos, para na macrodrenagem nos seguintes pontos:

- Lixo junto do BDTC – Rua Viena e vala interna da CB2;
- Lixo na Vala Irineu e vala da CB3.

São identificados especificamente os pontos de micro e macrodrenagem que apresentam problemas de alagamentos, evidenciando claramente a necessidade de implementação e ações preventivas e corretivas, relacionando os RSU e o sistema de drenagem existente. Conforme o PMSB, as fontes de custeio da administração municipal provêm da taxa de limpeza, cobrada no IPTU.

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Canoas - Revisão 2014, propõe o Cenário 2, que prevê a utilização da tecnologia de biometanização e disposição final dos resíduos no Aterro Privado para referência de planejamento futuro dos RSU de Canoas e atendimento pleno dos princípios e diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

7.8 Porto Alegre

Com uma população prevista de 1.568.820 habitantes para o ano 2030, de universalização dos serviços de gestão dos resíduos sólidos, o município drena cerca de 22 % de seu território para a bacia do Rio Gravataí.

Segundo o PMSB/2015, o Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU), é a instituição titular dos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos no Município, conforme a Lei Complementar Municipal nº 728/2014, Código Municipal de Limpeza Urbana do Município de Porto Alegre.

O DMLU opera com uma unidade administrativa central, 24 centrais de serviços (capatazias), uma unidade de transferência de resíduos e uma unidade de triagem e compostagem, além de uma rede de postos para entrega voluntária de resíduos.

A cidade conta com um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Porto Alegre – PMGIRS, documento instituído pelo Decreto Municipal no 18.461/2013. Em 2014 a geração per capita de resíduos sólidos domiciliares foi de 0,85 kg/(hab.dia), enquanto que a geração per capita de resíduos urbanos (domiciliares + públicos + comerciais) chegou a 1,36 kg/(hab.dia), segundo PMSB/2015.

O referido PMSB apresenta estimativa da geração futura de resíduos, considerando, o crescimento populacional e a taxa incremental de geração per capita de resíduos sólidos ao longo dos últimos 10 anos.

Essa projeção dos resíduos sólidos domiciliares totaliza 2.202 toneladas por dia em 2035, com previsão anual de 684.822 toneladas (considerando 311 dias úteis), alcançando um per capita de 1,4 kg/(hab.dia).

A limpeza dos bueiros e bocas de lobo, a dragagem de arroios, canais, bem como desobstrução de elementos de drenagem pluvial são tarefas exercidas pelo Departamento de Esgotos Pluviais – DEP.

Os resíduos coletados pelo DEP são caracterizados pela sua heterogeneidade, variando de solos, argilas, trapos a pneumáticos e móveis inservíveis (fogões, geladeiras, armários, etc.). Tais resíduos são removidos por caminhões equipados com caçamba basculante, auxiliados por retroescavadeiras.

A limpeza dos elementos de gradeamento e desagregação, bem como a retirada de lodos provenientes das lagoas e reatores de tratamento de esgotos e águas são atividades geradoras de resíduos sólidos, estando o manejo de tais atribuído ao Departamento Municipal de Águas e Esgotos – DMAE.

Operações de limpeza de parques e praças, bem como de podas de árvores são executados pela SMAM, estando a destinação de tais resíduos sob sua responsabilidade.

Estão incluídos nos serviços de varrição manual as atividades de limpeza de vias públicas. Também fazem parte dos serviços em questão a retirada de resíduos dos cestos coletores públicos e o recolhimento de terra e demais resíduos das aberturas para captação de águas pluviais (bocas-de-lobo). Foi realizada varrição de 37.178 km de meio-fio no ano de 2011.

Porto Alegre conta também com capina mecânica, capina manual, roçada de vias públicas, raspagens, limpeza de arroios, limpeza de terrenos, áreas verdes, instalações públicas, pintura de meio-fio, limpeza de praias (entorno do Guaíba), lavagem de logradouros e limpeza de monumentos.

A coleta automatizada com utilização de contêineres iniciou em julho/2011 na região central do município, sendo na primeira etapa foram disponibilizados 1300 contêineres, sendo 460 unidades de 3,2 m³ e 840 unidades de 2,4 m³ de capacidade.

Pontos de Entrega Voluntária de Resíduos Recicláveis – PEV's, foram instalados na década de 1990 nas capatazias do DMLU, que correspondem a pequenas áreas dotadas de contêiner e cobertura. Atualmente Porto Alegre dispõe dos seguintes PEV's:

- Ponto de entrega de fritura exauridos (PEOF,s);
- Unidades de Destino Certo (UDC's);
- Ponto de entrega de Resíduos Eletrônicos (PERE's).

Destacam-se ainda os projetos da iniciativa privada como: Projeto “Papa pilhas”, ponto de entrega voluntária de pneumáticos inservíveis e ponto de entrega voluntária de fármacos vencidos.

Os resíduos sólidos urbanos da Classe II-A não reaproveitados e não reciclados, são destinados a aterro sanitário, passando pela Estação de Transbordo Lomba do Pinheiro (ETLP) situada na Estrada Afonso Lourenço Mariante, 4.401, Bairro Lomba do Pinheiro, com área de aproximadamente 1 ha, distante 23 km do centro da cidade.

Em 1990 iniciou o processo de adoção da coleta seletiva, onde o DMLU reuniu catadores em associações, as quais recebem os resíduos da Coleta Seletiva, em 18 unidades de triagem, enfardamento e venda.

As Unidades de Triagem de Resíduos - UTS detêm gestão própria e comercializam o material selecionado. O rejeito dos processos de triagem é coletado e segue a aterro sanitário.

Segundo o PMSB/2015, atualmente o local de destino final dos resíduos não reaproveitados ou reciclados é o Aterro Sanitário da Central de Resíduos do Recreio – ASCRR –, localizado no município de Minas do Leão, RS.

A unidade, empreendida e operada por CRVR Ltda. – Companhia Riograndense de Valorização de Resíduos Ltda., é devidamente licenciada, sendo remunerada pelo Município por tonelada unitária recebida, distante de 113 km a partir da ETLP.

No entanto, contatam-se assim algumas deficiências no sistema de coleta, tanto de domiciliares, como de resíduos da construção de Porto Alegre, haja vista ausência de cadastro e localização específica.

O PMSB/2015 informa que o DMLU detém diversos contratos para a prestação de serviços com características de atividades de caráter continuado, caso dos serviços de limpeza urbana, coleta regular de resíduos, operação de unidade de transbordo, transporte e disposição final de resíduos, reforçando o conceito de sua autossuficiência para a solução imediata de problemas ou emergências ocasionais na sua área de atuação, sem necessidade de recursos ou contratações extraordinárias ou emergenciais de serviços.

Pode-se afirmar que ocorrem descartes de resíduos sólidos no município, onde a falta de fiscalização, deficiência na coleta e manejo podem comprometer o funcionamento do sistema de drenagem urbana.

A principal fonte de receitas do DMLU reside na Taxa de Coleta de Lixo, tributo estabelecido aos proprietários de imóveis no território do município, apresentado conjuntamente com o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), instituído pela Lei Municipal 113, de 21 de dezembro de 1984, regulamentado pelo Decreto 16.500/2009 e destinado ao custeio dos serviços de coleta e destinação de resíduos domiciliares.

A análise do histórico das receitas próprias, indica que entre 2004 e 2011, um percentual de 61% e 76% dos montantes totais das despesas do Departamento, conforme dados do prognóstico do PMGIRS/2013.

Para que se cumpram as metas de curto, médio e longo prazo, previstas para a universalização dos serviços, deverá haver um planejamento social, com o esclarecimento e programas de Educação

Ambiental que poderão impactar positivamente nos cenários diagnosticados, viabilizando o manejo dos resíduos sólidos de Porto Alegre.

O PMGIRS/2013 apresenta uma série de indicadores de acompanhamento que podem fornecer índices de eficiência na prestação de serviços e seus avanços em determinado período.

7.9 Considerações quanto ao RSU na Bacia

De maneira geral os sistemas de RSU estão operando adequadamente, principalmente em se tratando de coleta e tratamento de resíduos na área de abrangência da cidade formal, conforme a análise dos PMSB.

Na prática, entretanto, identificam-se problemas significativos relacionados às deposições irregulares de resíduos em locais não licenciados, bem como em relação à poluição difusa, que ao serem transportados pelo escoamento das águas superficiais em direção aos sistemas de drenagem existentes, comprometem seu funcionamento, exigindo ações preventivas e em alguns casos emergenciais para garantir sua operação.

O Quadro 81 apresenta os valores de crescimento populacional, de aumento na geração de resíduos considerados nos horizontes dos PMSB, a existência de registro de deposição irregular de resíduos, a viabilidade econômica da prestação de serviços e os indicadores dos serviços de manejo de RSU, conforme apresentado pelos PMSB.

Quadro 81 - Características dos sistemas de coleta, transporte e destinação final de RSU

MUNICÍPIO	CRESCIMENTO POPULACIONAL	AUMENTO GERAÇÃO X HORIZONTE PMSB	DEPOSIÇÃO IRREGULAR DE RSU	VIABILIDADE DA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS	INDICADORES DOS SERVIÇOS DE MANEJO DE RSU
Viamão	0,52%	20%	57 Pontos irregulares	Satisfatório	Insuficientes
Sto Ant Patrulha	0,67%	8,00%	Sim - Não identificados	Insatisfatório	Não identificado
Porto Alegre	0,80%	(*)	Sim - Não identificados	Deficitário	Insuficientes
Gravataí	0,95%	30%	37 pontos irregulares	Insatisfatório	Satisfatórios
Glorinha	0,15%	15%	Sim - Não identificados	Insatisfatório	Insuficientes
Canoas	0,98%	10%	81 pontos irregulares	Insatisfatório	Insuficientes
Cachoeirinha	0,15%	10%	Sim - Não identificados	Insatisfatório	Insuficientes
Alvorada	0,62%	30%	110 pontos irregulares	Insatisfatório	Insuficientes
(*) não informado					

(Fonte: Adaptado de PMSB)

Embora a coleta de resíduos porta a porta esteja adequada em todas as cidades, a presença de resíduos na rede de drenagem é um fato.

O comprometimento da operação dos sistemas chega a ser significativo, a ponto das instituições responsáveis pela manutenção, normalmente secretarias municipais, disporem de equipes responsáveis pela limpeza de bocas de lobo, bueiros, canais e travessias em pontos estratégicos da cidade, onde são verificados problemas de alagamentos frequentes.

Da mesma forma que os SES, os sistemas de RSU dependem de programas de educação ambiental, que são eficazes somente em médio e longo prazos.

A necessidade é geral de serem implantadas as ações previstas pelos PMSB e Planos de Gestão de Resíduos Sólidos previstos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/10), que prevê entre outros:

- Prevenção e a redução na geração de resíduos;
- Aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos;
- Destinação ambientalmente adequada dos rejeitos.

Institui ainda, a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos, os distribuidores, comerciantes, o cidadão e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos na Logística Reversa dos resíduos e embalagens.

8 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Na sequência apresentam-se os principais aspectos relacionados aos impactos ambientais negativos gerados aos Recursos Hídricos, tendo-se como premissas o cenário atual de expansão urbana, a zona rural e a orizicultura, e o Banhado Grande.

8.1 Áreas de Proteção Ambiental e de Conservação Versus Desenvolvimento

Desde a década de 1960, o Rio Gravataí vem sofrendo com a pressão antrópica sobre seu curso, pela exploração excessiva da água para irrigação e pela obra de retificação de seu curso natural.

A canalização e a retificação dos cursos d'água constituem intervenções antrópicas que afetam sobremaneira o sistema hidrológico.

Essas obras têm como objetivo aumentar a velocidade e a vazão dos rios, a fim de promover o escoamento rápido do grande volume de água que atinge os canais fluviais e possibilitar a ocupação de suas margens (BOTELHO E SILVA, 2012).

No entanto, ainda de acordo com os autores, a primeira meta fica comprometida pela retirada da vegetação marginal, pelo assoreamento do leito e, principalmente, pela ocupação das áreas de retenção natural das águas, como as planícies de inundação.

A problemática das inundações na região urbanizada dos municípios que abrangem a bacia do Gravataí é recorrente e histórica, devido a ocupação desordenada das margens do rio.

Na região do canal retificado o uso e ocupação do solo é predominantemente agrícola, inferindo na quase inexistência de planícies de inundação preservadas, fato que pela legislação deveria ser contrário.

Grande parte da planície de inundação do leito canalizado do Rio Gravataí foi suprimida ou transformada em área de lavoura. Isso incorre em inundações nestas áreas em períodos de alta pluviosidade, quando há o extravasamento do leito do canal para a área dos antigos meandros do rio.

Segundo o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, da área total da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, 80,37% é considerada área protegida, ou seja, são áreas indispensáveis à preservação ambiental do meio natural existente na região estudada.

O uso do termo “preservação ambiental”, nesse caso, refere-se especificamente à existência de áreas úmidas relevantes para a conservação como, por exemplo, os banhados, os quais possuem funções ecológicas importantes para a manutenção do equilíbrio das regiões em que se desenvolvem, contribuindo para a manutenção dos recursos hídricos.

Essas funções incluem a produção de alimentos, a conservação da biodiversidade, a contenção de enchentes, deposição de sedimentos, remoção de poluentes e recarga e descarga de águas subterrâneas, entre outros.

Há que se considerar a demanda para conservação ambiental, a qual se refere à vazão mínima para a proteção ambiental, sendo essa vazão necessária para que sejam preservadas as condições ambientais, como transporte de sedimentos e nutrientes, sincronicidade com o ciclo de vida das espécies silvestres da fauna e da flora e a taxa de perturbações necessárias à renovação e funcionamento dos ecossistemas associados ao curso de água.

A Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí está localizada em parte no Bioma Mata Atlântica (25% da área da bacia) e parte no Bioma Pampa (75% da área), e a vegetação natural é caracterizada pela presença de Floresta Estacional Semidecidual, além de Áreas de Tensão Ecológica.

As áreas prioritárias para conservação ambiental, inseridas, parcial ou totalmente na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí são representadas na Figura 24 (pág. 66), acima e apresentadas no Quadro 82.

Quadro 82 - Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição na Bacia

DENOMINAÇÃO	IMPORTÂNCIA PRIORIDADE	CARACTERÍSTICAS	OPORTUNIDADES AMEAÇAS
Pp-053 – Corredor Banhado Grande / Banhado dos Pachecos – Extensão: 194 Km²	Extremamente alta e Extremamente alta	Corredor ecológico que liga o banhado das Pachecos com o banhado Grande e banhado Chico Lomã, banhado formador do Rio Gravataí, Espécies ameaçadas;	– Caça; – Agrotóxicos; – Queimadas;
Pp-099 – RVS Banhado dos Pachecos – Extensão: 26 Km²	Extremamente alta e Extremamente alta	Último local de ocorrência de cervo-do-pantanal (<i>Blastocerus dichotomus</i>) no estado, diversidade de áreas úmidas, mata de restinga, presença de aves ameaçadas;	– Implementação de corredor ecológico; – Agroecologia; – Caça; – Agrotóxicos; – Queimadas;
Pp-101 – APA do Banhado Grande – Extensão: 1.152 Km²	Alta e Muito alta	Banhado formador do Rio Gravataí, espécies ameaçadas, área RAMSAR, cervo-do-pantanal (<i>Blastocerus dichotomus</i>);	– Criação de UCs; – Caça; – Agrotóxicos; – Drenagens; – Canalização do Rio Gravataí;
PpZc-040 – Corredor Ecológico entre Morro de Santana e PE-9 – Extensão: 239 Km²	Alta e Extremamente alta	Área de ocorrência de <i>Ephedra tweediana</i> (endêmica), espécies de cactáceas, figueiras. Espécies criticamente ameaçadas <i>Thrasyopsis jurgensii</i> . Espécies da lista vermelha estadual: <i>Erthrina cristagalli</i> . Espécies endêmicas <i>Schlechtendalia luzulaefolia</i> , <i>Moritzia ciliata</i> e <i>Colletia paradoxa</i> . Também jacaré do papo amarelo (<i>Caiman latirostris</i>).	– Criação de Ucs; – Urbanização; – Queimadas; – Mineração; – Invasão por espécies exóticas;

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Além das áreas prioritárias para a conservação, existem as unidades de conservação, que integram o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. As unidades de conservação mapeadas na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí são apresentadas na Figura 22 (pág. 63) e no Quadro 83.

Quadro 83 - Unidades de Conservação presentes da Bacia

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	CRIAÇÃO	MUNICÍPIOS ABRANGENTES	ÁREA TOTAL	INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO E/OU GESTÃO
APA Banhado Grande	Decreto Estadual 38.971/1998	Glorinha, Gravataí, Viamão e Santo Antônio da Patrulha	136.935,0 ha	Plano de Manejo em elaboração
APA Delta do Jacuí	Lei Estadual 12.371/2005	Porto Alegre e Canoas	22.826,39 ha	Plano de Manejo em elaboração
APA Guajuviras	Lei Municipal 4.984/2005	Canoas (aproximadamente 1/3 da área da APA recai sobre a Bacia do Rio Gravataí)	558,45 ha (sendo 186ha dentro da Bacia)	Não possui Plano de Manejo
Parque Natural Municipal Dr. Tancredo Neves	Lei Municipal 1.527/1996	Cachoeirinha	17,7ha	Não possui Plano de Manejo
Refúgio da Vida Silvestre Banhado dos Pachecos	Decreto Estadual 41.559/2001	Viamão	2.560ha	Não possui Plano de Manejo
Reserva Ecológica Do Banhado Grande	Lei Municipal 65/1981	Gravataí	7.340ha	Não possui
RPPN Chácara Sananduva	Portaria 38/99-N	Viamão	3,00ha	Não possui
RPPN Farroupilha	Portaria 57/05	Viamão	9,98 ha	Não possui
RPPN Prof.Delmas H.Dos Reis	Portaria 47/99 - N	Viamão	10,00ha	Não possui

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

A Bacia do Gravataí, possui três Áreas de Proteção Ambiental, conforme mencionado no capítulo 2.5.6 as quais merecem especial atenção neste texto:

- APA Delta do Jacuí

Sendo o Plano de Manejo, a APA do Delta do Jacuí, por sua importante função reguladora da dinâmica das águas que chegam ao Guaíba, conta com duas modalidades de unidade de conservação para protegê-lo. A área núcleo, por assim dizer, constitui o território do Parque Estadual, isto é, de uma unidade de proteção integral.

Uma larga faixa periférica ao Parque e pequenas áreas disjuntas internas, compõem uma Área de Proteção Ambiental, cuja principal diferença está na possibilidade de uso sustentável do espaço e dos recursos.

As áreas disjuntas mencionadas foram delimitadas dentro do Parque, nas zonas mais densamente ocupadas por moradias e atividades ligadas à navegação, pesca, extração de areia e triagem e reciclagem de lixo.

Além do agravante de aumento do escoamento superficial causado pela ausência da cobertura vegetal, sabe-se que grande parte do território da APA é constituída por planícies de inundação e banhados.

Portanto a ocupação humana dessas áreas deve ser monitorada em função de enchentes causadas por fortes chuvas que ocorrem na região, bem como nas bacias contribuintes e em cumprimento à legislação ambiental.

Entre os problemas ambientais mais graves na APA, é importante citar a deficiência no sistema de esgotamento sanitário, disposição irregular de resíduos, além do avanço de moradias e áreas agrícolas sobre às áreas de preservação permanente.

✓ **APA Guajuviras**

A área da APA ainda possui discussões sobre o uso, tendo sido destinada certa porção para construção de presídio, além de aterro sanitário, o que compromete a conservação ambiental do entorno. Nota-se ainda, dentro da APA disposição irregular de calça, além da ausência de saneamento, que é ponto comum às outras APA's presentes na Bacia do Gravataí. A APA Fazendo Guajuviras, ainda não possui Plano de Manejo.

✓ **APA Banhado Grande**

É a principal APA da Bacia do Gravataí, e seus aspectos serão abordados em pontos específicos do texto, onde inicialmente será tratado através dos banhados, devido à grande importância deste ecossistema dentro da bacia, em função do complexo de banhados ali existentes.

Considera-se o complexo de banhados, uma área que antigamente era alagada por banhados de grande extensão, com 03 (três) compartimentos de banhados, denominados de:

- Banhado dos Pachecos, no município de Viamão;
- Banhado Chico Lomã, em Santo Antônio da Patrulha;

- Complexo do Banhado Grande com um compartimento maior abrangendo Glorinha, Gravataí, Santo Antônio da Patrulha e Viamão, que abriga os outros dois compartimentos, e mais uma área própria denominada de Banhado Grande, compõem a APA do Banhado Grande (Decreto Lei 38.971/98).

A APA do Banhado Grande apresenta grande valor como ecossistema que já foi impactado, porém ainda possui áreas importantes que funcionam como “efeito esponja” para o Rio Gravataí, sendo também um dos principais refúgios para a avifauna do Estado (SCP/RS, 2005).

A maioria das áreas originais de banhado, no entanto foram drenadas, restando atualmente apenas cerca de 10% de sua área pioneira.

As áreas de banhado atuais, contudo, recebem a carga hídrica das nascentes situadas nas porções de topografia mais elevada da Bacia que circundam a região do Banhado Grande (MELLO, 1998).

Devido à forte ocupação na área da Bacia do Rio Gravataí, os efeitos da drenagem das áreas úmidas para lavouras de arroz e outros usos como, por exemplo: a criação de gado na região, plantio de alface e soja, o assoreamento de rios e canais e erosão causada pela redução da água disponível, surgiu a necessidade de proteger as espécies de animais remanescentes e manter a conectividade para a conservação da biodiversidade do local, assim surgindo o Refúgio da Vida silvestre Banhado dos Pachecos.

A avaliação integrada deste conjunto de informação de diferentes épocas, mais do que das partes, individualmente indica as interações entre os processos naturais e as interferências antrópicas, permite localizar e quantificar mudanças ocorridas, apontar tendências e subsidiar a elaboração de planos e propostas para o adequado manejo dos bens naturais existentes em uma determinada área (NAVEH, 1995; SELMAN & DOAR, 1992; FORMAN, 1997; INGEGNOLI, 1993).

Em seus estudos, MELLO (1998) realizou uma Análise da Paisagem da APA Banhado Grande integrada, cujos resultados permitiram observar que, das modificações ocorridas nos seus elementos, ao longo dos quarenta anos de monitoramento, a mais visível alteração é o aumento da área plantada com arroz, conforme já referido neste produto.

Segundo a autora, entre as décadas de 1950 e de 1970, a drenagem dos banhados e dos terrenos alagadiços provocou uma intensa geometrização da paisagem da Planície Lagunar. Também afirma que por constituírem ecótonos, os banhados desempenham a importante função de conectar ambientes aquáticos e terra firme, possuindo espécies adaptadas tanto em um meio, quanto no outro.

Entretanto, para que esse papel seja adequadamente cumprido, é necessário respeitar a elasticidade desses ambientes de transição, já que seus contornos variam em função do regime hidrológico.

Assim, seu adequado manejo requer a conservação de todo o gradiente ambiental (METZGER, GOLDENBERG & BERNACCI), incluindo desde os locais permanentemente inundados, que contêm a vegetação de maior porte (banhado arbóreo ou arbustivo), até aqueles que inundam periodicamente, geralmente recobertos por vegetação herbácea.

Esses campos inundáveis também fazem parte do ecossistema ecotonal, e, portanto, devem ser inseridos nas faixas de preservação permanente ao longo dos cursos d'água, observando-se a legislação, é claro. Neste sentido, o Plano De Manejo da APA do Banhado Grande poderá propor os regramentos de ocupação e a regularização do uso do entorno destas áreas de importância ecológica. Outro ponto importante, seria a negociação com os produtores rurais, no sentido de recuar a orizicultura nas regiões limítrofes com os banhados.

✓ **Outras áreas de importância na Bacia**

Criado no ano de 2010 o programa de conservação do Cervo-do-Pantanal no Rio Grande do Sul – PROCERVO conduziu a iniciativa dos corredores ecológicos no local. Apresentando grande relevância para a biodiversidade local de fauna e flora e com a presença de espécies ameaçadas de extinção como a própria população do Cervo-do-Pantanal (*Blastocerus dichotomus*). Para que não houvesse o isolamento das espécies, foi proposto e criado um corredor ecológico na região, conectando o Banhado dos Pachecos as áreas úmidas remanescentes da bacia do Rio Gravataí. (Accordi, 2003; Oliveira, 2005). Este Corredor está apresentado na Figura 23.

O Plano Nacional de Áreas Protegidas (Decreto 5758/2006) considera áreas naturais e seminaturais definidas geograficamente, regulamentadas, administradas e/ou manejadas com objetivos de conservação e uso sustentável da biodiversidade, enfocando prioritariamente o Sistema Nacional de Unidade Conservação, as terras indígenas e os territórios quilombolas.

Conforme apresentado no produto Base de Dados, consta apenas um registro de área de quilombolas na Bacia, que é a de Manoel Barbosa, única que se encontra oficializada por Decreto e com limites definidos.

No município de Viamão existem duas comunidades auto identificadas como quilombolas:

- Cantão das Lombas (ID quilombola: 2.138 de 12/05/2007);
- Peixoto dos Botinhas (ID quilombola: 1,023 de 13/03/2007)

Ambas localizadas a nordeste do município e ambas inseridas na região da APA do Banhado Grande; além de:

- Comunidade Anastácia (ID quilombola: 846 de 02/02/2007);
- Serraria e Morro dos Pretos Forro.

Estes não constam na certidão expedida das comunidades remanescentes de quilombos (CRQS) atualizada até a portaria nº 84, de 8 de junho de 2015, conforme site do INCRA.

Estas comunidades, apesar de não estarem todas devidamente cadastradas, e apresentarem baixa demanda hídrica, são de suma importância para conservação culturas e antropológica.

8.2 Condições Ambientais do Sistema Banhado Grande e sua Conservação

Conforme o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, o Rio Gravataí é a principal alavanca para o desenvolvimento de toda a região. Deste manancial hídrico é realizada a captação de água para o abastecimento público de aproximadamente 650 mil pessoas.

Os usos predominantes das águas são para irrigação de lavouras de arroz (entorno do Banhado Grande e canal do DNOS) e o abastecimento público no curso inferior, além de servir como corpo receptor de grande carga de despejos domésticos e industriais.

Sabe-se que naturalmente área de relevo plano com áreas extensas de terras úmidas, não são locais suscetíveis a processos erosivos, como é o caso de bacias, que abrigam este tipo de relevo.

Tais ambientes apresentam várias funções que variam desde: controle de inundação, graças à captação de água do sistema banhado, que funciona como uma espécie de esponja, diminuindo o efeito das inundações em períodos muito chuvosos e liberando água nos períodos mais secos, passando pela manutenção da qualidade de água, dissipação de forças erosivas e contenção de margens.

No entanto devido às alterações históricas, segundo Guasselli et al. (2013) as áreas úmidas da Bacia do Rio Gravataí, encontram-se significativamente alteradas.

Desde a década de 40, a Bacia tem sido densamente ocupada por áreas agrícolas para o cultivo de arroz, drenando suas áreas inundáveis e transformando os cursos d'água em uma malha de canais de irrigação.

Os banhados ocupavam originalmente 450 km² da área da Bacia. Com a sequência de drenagens, em 1970 suas áreas estavam reduzidas a 138 km². Fotografias aéreas de 1975 mostraram áreas remanescentes de 50 km², a leste do Banhado Grande e 20 km² do Banhado dos Pachecos, ao sul. (HANKE, et al., 2013).

E para poder identificar e principalmente quantificar os impactos ambientais incidentes no Banhado Grande, há de se entender sua dinâmica ecológica a partir dos padrões de distribuição espaço-temporal das macrófitas aquáticas, uma vez que essas espécies, de acordo com CARVALHO & OZORIO (2007), identificam melhor os banhados, em função de possuírem adaptação aos ambientes alagadiços, e possuírem suas regiões fotossintetizantes, permanente ou parcialmente, por grande parte do ano, submersas.

No Banhado Grande, o padrão heterogêneo de distribuição da cobertura vegetal de macrófitas aquáticas, influenciado pela dinâmica de inundações e pela hidrodinâmica, acaba por formar uma estrutura em “mosaicos”.

Segundo MELLO (1998), os mosaicos do Banhado Grande são assim definidos e diferenciados pelo conjunto indissociável formado pelo conjunto das características hidrodinâmicas associado à consequente distribuição espacial das macrófitas aquáticas.

Em 2011, Leite afirmou que a água que nutre os banhados provém de corpos hídricos próximos e/ou adjacentes ao sistema, como rios, lagoas, lagoas ou aporte de água subterrânea, promovido pelo transbordamento do lençol freático (IBAMA, 2000).

Tal afloramento do lençol freático está intimamente relacionado à ocorrência dos períodos conhecidos como “pulsos” ou “picos” de inundação, dentro (analisando-se o padrão do comportamento pluviométrico da região) das estações chuvosas NEIFF, IRIONDO & CARIGNAN (1994) apud MELLO (1998).

Segundo SCHWARZBOLD & SCHÄFFER (1984) apud GUASSELLI (2005), as situações de alagamento do solo e de pulsos de inundação podem provocar diferenças no crescimento foliar de algumas espécies de macrófitas aquáticas existentes em Terras úmidas. E, segundo ISHIDA et. al. (2002), o referido fator de crescimento pode influenciar no estado bioquímico da planta, dependendo das condições do solo ali presente que se sujeitará à situação de inundação.

De acordo com NEIFF, IRIONDO & CARIGNAN (1994) apud MELLO (1998); os pulsos de inundação são importantes na medida em que se estabelece e nos ajuda a encontrar caminhos para a caracterização e a delimitação de uma área de banhado, pois é necessário, segundo os autores, levar - se em conta a “elasticidade” do sistema (capacidade de inundação de determinado pulso), que é a diferença entre a área ocupada no período de maior inundação (máximo do pulso de inundação) e a área ocupada no período de menor inundação (ou máxima seca).

Este valor de diferença é definido pelas características geológicas e geomorfológicas, capacidade de armazenamento de água no solo e na superfície, variabilidade meteorológica regional, e variabilidade de aportes de água nas planícies de inundação NEIFF, IRIONDO & CARIGNAN (1994) apud (MELLO, 1998).

O contato dos banhados com seus corpos hídricos formadores pode ocorrer de forma direta com o corpo hídrico, desenvolvendo-se, hidrologicamente, em sua planície de inundação, ou seja, diretamente na adjacência do corpo hídrico (IBAMA, 2000).

De acordo com LEIBOWITZ (2003), os banhados podem, também, desenvolver - se como uma área úmida isolada, unindo-se fisicamente com seu(s) corpo(s) hídrico(s) formador(es) de maneira sazonal, após os períodos de pulsos de inundação e consequentes cheias, o que caracteriza a formação, fisicamente falando, de um único grande sistema hídrico interligado em função do período de maior inundação.

Logo, o contato dos banhados com seus corpos hídricos formadores dá-se de maneira interdependente e indissociável, principalmente em seus processos ecológicos, como dispersão de espécies vegetais e migração de fauna e permuta de sedimentos carregados por agente erosivos como o vento, a água e fluxos hídricos de distintas naturezas (LEIBOWITZ, 2003).

Ainda, de acordo com LOISELLE et al. (2001), a interação entre um banhado e os ambientes em seu entorno é uma relação de reciprocidade, com o papel de moldar o ambiente e a comunidade biológica residente no local, modificando o funcionamento do ambiente.

Modificações locais e regionais na oferta de recursos, tendo em vista a utilização destes, podem afetar significativamente o delicado equilíbrio entre o ambiente úmido e os ambientes que estão na interface do mesmo (IBAMA, 2000).

O Banhado Grande, delimitado pela cota altimetria de 20m, composta por uma área continua de brejo ou pântano, terreno sujeito a inundação e arrozal (Accordi e Hartz, 2006), conjuntamente com o Banhado dos Pachecos, forma uma extensa composição de áreas úmidas na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí denominada Sistema Banhado Grande (SBG), definida por MENEGETTI (1998), como já citado neste volume.

Dos 450 km² do SBG, há 138 km² que estão permanentemente alagados. O Banhado Grande, por sua vez, perfaz uma área de cerca de 5000ha dentre a área total do Sistema (MELLO, 1998).

Nesse sistema se encontrava uma área úmida de 14.726 ha incluindo o Banhado Grande e o Banhado dos Pachecos.

Em 1970, o Departamento de Obras e Saneamento (DNOS) em 1970, executou um projeto de drenagem que canalizou grande parte do Rio Gravataí. O objetivo desse projeto foi viabilizar a ampliação das áreas de cultivo de arroz, em áreas ocupadas por banhados e, portanto, sujeitas periodicamente a inundações (GUASSELLI et al., 2013).

Segundo Salasier B (2008), o excesso de água aplicada à área irrigada, que não é evapotranspirada pelas culturas, retorna aos rios e córregos por meio do escoamento tanto superficial quanto subsuperficial ou vai para os depósitos subterrâneos, por percolação profunda, arrastando consigo sais solúveis, fertilizantes, resíduos de defensivos e herbicidas, elementos tóxicos, sedimentos, etc.

Sem dúvida, a contaminação dos recursos hídricos tem causado sérios problemas ao suprimento de água potável, tanto no meio rural como urbano das cidades.

A Figura 205 mostra as unidades de conservação e a ocupação urbana na Bacia do Rio Gravataí, em que se evidencia as áreas urbanizadas a jusante do rio, mas com tendência de expansão para o interior das unidades de conservação, as quais atualmente garantem com suas áreas úmidas, em especial do Banhado Grande, parcela considerável do abastecimento público de água para consumo urbano.

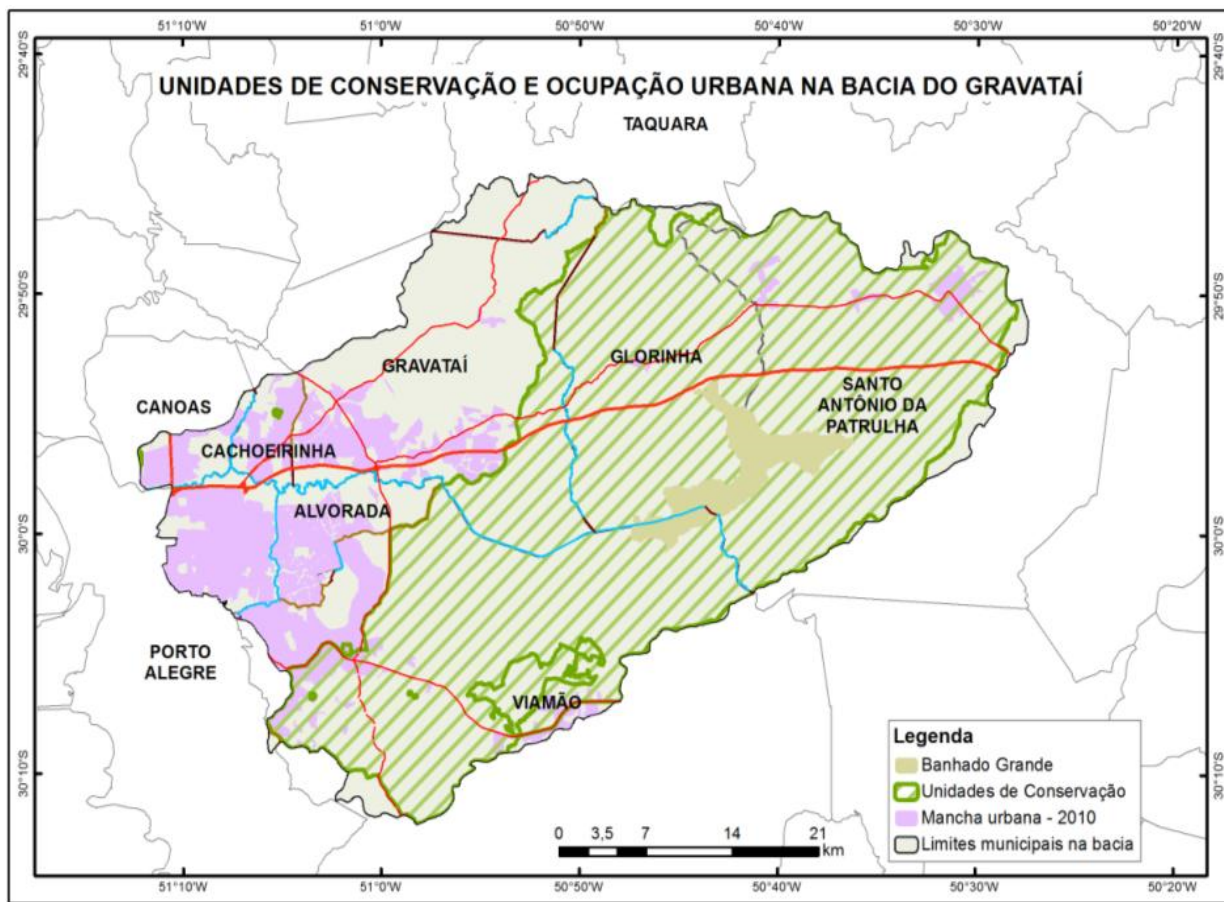


Figura 205 - Unidades de conservação e ocupação urbana na Bacia do Gravataí
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Segundo o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, as unidades de gestão com maior carga orgânica proveniente dos efluentes domésticos urbanos são as dos trechos Baixo Gravataí-Margem Direita e Baixo Gravataí-Margem Esquerda, onde se localizam os municípios de Cachoeirinha, Canoas, Alvorada e Porto Alegre.

Outro aspecto relevante que contribui para esse aumento da carga poluidora é fato de que a bacia do Rio Gravataí apresenta duas regiões com características de ocupação diferenciadas, uma com intensa atividade agropecuária, principalmente, cultivo de lavouras de arroz, predominante no curso superior do rio, e outra no trecho inferior do rio, com uso urbano e industrial.

Essas unidades de gestão juntas contribuem com 70,2% de toda carga orgânica de efluentes domésticos gerada nas zonas urbanas da bacia, onde os mesmos, podem apresentar, dependendo da sua origem, uma constituição química com altos teores de sólidos e nutrientes, com elevados níveis de carbono orgânico total, compostos nitrogenados, fósforo orgânico e inorgânico.

Também podem estar presentes quantidades significantes de diversos contaminantes, entre eles metais, hidrocarbonetos, pesticidas e outras substâncias potencialmente tóxicas.

Além dos efluentes domésticos, é comum que os sistemas de coleta de esgotos urbanos também recebam efluentes hospitalares, águas pluviais, resíduos de estabelecimentos comerciais, postos de gasolina, indústrias de pequeno porte, entre outros.

O PRH-GRV (2012, p. 206), traz informações mais específicas sobre estes estudos de monitoramento, porém as informações também não foram atualizadas, sendo a última referência de monitoramento o ano 2011, ou seja, encontram-se desatualizadas há mais de 4 anos.

Quanto ao monitoramento específico quali-quantitativo das águas do Banhado Grande tendo em vista o cenário de ocupação humana no seu entorno e o impacto causado por suas atividades, entende-se ser necessário, elaborar um projeto de monitoramento exclusivo, a fim de identificar e quantificar os principais agentes que produzem impactos.

O único ponto de amostragem da qualidade da água aponta para uma situação regular da mesma, o que não deve refletir a situação atual, tendo em vista os diagnósticos dos municípios da bacia, que culminaram em deficiências nos sistemas de esgotamento e gestão dos resíduos sólidos, além da questão crítica do uso excessivo de água para irrigação.

Os principais impactos ambientais que podem ocorrer pelo lançamento de esgotos no caso das áreas de proteção ambiental são a contaminação microbiológica; aumento de matéria orgânica, que pode provocar a eutrofização; aumento da turbidez; e a contaminação química, gerando efeitos tóxicos.

Os elevados níveis de matéria orgânica e nutrientes induzem o aumento de biomassa de fitoplâncton, levando a uma diminuição dos teores de oxigênio dissolvido, o que pode acarretar na morte de organismos aquáticos.

Outro ponto muito relevante, ressaltado entre outros, por Piccoli, et al. (2000), pode ser observada nos períodos de verão onde a bacia do Rio Gravataí atinge uma situação limite no que se refere à disponibilidade de água, muito próxima do colapso no atendimento das demandas.

Neste período é realizada a prática de irrigação do arroz (normalmente nos meses de dezembro a março), sendo este o maior consumidor de água na bacia.

Atualmente há muitas técnicas de recuperação e restauração de ambientes degradados, mas no âmbito hídrico a bioengenharia tem se mostrado eficiente na renaturalização dos cursos d'água.

Em razão da referida área ser o único local preservado no curso do canal, espera-se que estes resultados auxiliem na implementação de ações de renaturalização, para garantir a conexão dos meandros de forma permanente, ou subsidie políticas para criação de uma área protegida neste local.

Resumindo, referente a avaliação das condições ambientais do sistema formado pelo Banhado Grande e identificação e quantificação das principais causas que afetam este corpo hídrico com relação a sua conservação, podem ser citadas:

- Ineficiência na coleta de resíduos domiciliares;
- Ineficiência dos sistemas de esgotamentos sanitários;
- Deposições irregulares de lixo, junto aos corpos hídricos, os quais carreiam para o banhado;
- Ocupações irregulares junto as APP's;
- Ocupação urbana desordenada;
- Mineração;
- Criação de rebanhos de forma desordenada;
- Erosão nos canais de irrigação;
- Assoreamento dos canais de irrigação;
- Avanço das áreas ocupadas pela rizicultura;
- Atividades industriais sem a devida fiscalização ou licenciamento adequados;
- Ineficiência dos sistemas de gestão e ausência de zoneamento ocupacional das áreas críticas para conservação.
- Inexistência de ações que mantenham a água o máximo de tempo nos antigos meandros do Rio Gravataí.

BRENNER, 2016, salienta ainda, que para alguns, a destinação de cursos d'água deve ser aquela de manter suas funções ecológicas e as características mais próximas das condições naturais.

Contrariamente, temos aqueles que, a partir de paradigmas já superados, entendem que os cursos d'água em áreas urbanas devem desempenhar sua função hidráulica de drenagem das águas pluviais, ou seja, têm a única função de drenar essas águas das nossas cidades.

Ainda segundo SEPÚLVEDA (2010), a adoção de soluções visando atender exclusivamente a essa função hoje nos traz as inundações nas grandes e médias cidades brasileiras, modelo que se mostrou insustentável.

Acerca deste debate surge a implementação de um conceito recente em termos de recuperação ambiental de rios, a renaturalização, ponto importante a ser tratado na proposição de medidas para devolver o aspecto meandrante do Rio Gravataí

8.3 Alterações Ambientais a Montante do Banhado Grande

A pesquisa mostra que em meados da década de 1980, no local onde, antes, havia o banhado dos Pachecos, foi construído um grande açude, para abastecimento das lavouras de arroz, o qual é alimentado, principalmente, pelas águas do Arroio Águas Claras.

Esta obra, ao promover a acumulação de um grande volume de água, provavelmente induziu à elevação do lençol freático a montante, o que propiciou a recuperação da vegetação típica desses ambientes e o restabelecimento do Banhado dos Pachecos.

O sistema de drenagem é formado por três conjuntos de comportamentos hidráulicos distintos: nascentes, Banhado Grande e curso inferior.

As nascentes são constituídas por vertentes íngremes no divisor de águas com o rio dos Sinos, em altitudes de até 400m, recolhendo as precipitações e despejando no Banhado Grande.

O Banhado Grande, que atua como regulador de vazão, originalmente ocupava uma área de 450 km², tendo sido reduzido para apenas 50 km², em função do uso da água para irrigação das culturas de arroz.

Atualmente o arroio Chico Lomã, um dos formadores do Banhado Chico Lomã, que compõe o sistema Banhado Grande, apresentando qualidade na faixa de “Regular”, de acordo com a classificação e monitoramento recente da FEPAM, assim como o ponto de amostragem do Canal (em Glorinha), na saída do Banhado Grande.

O local denominado Passo dos Negros, ainda à montante da cidade de Gravataí, vinha apresentando queda na qualidade, que foi de “Boa” em 1994 e 1995, passou a “Regular” de 1996 a 2000, entrou na faixa “Ruim” em 2001 e 2002, retornando a faixa “Regular” a partir de 2003 até 2008.

Dados apresentados pela FEPAM no ano de 2014 consideram que o Rio Gravataí é incapaz de realizar a regularização natural de sua vazão, pois trata-se do rio mais sensível de sua região.

O Banhado Grande tem sua funcionalidade como regularizador de vazões a montante e foi bastante modificado e impactado pelas lavouras de arroz irrigado da região, reduzindo a sua capacidade de acumulação de água.

Um exemplo da significativa mudança é o canal construído pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), na década de 70, que tem sua extensão da velha olaria até o limite da área do Banhado Grande, percorrendo uma distância de aproximadamente 20 km (FEPAM, 2014).

O canal do DNOS fez com que o rio mudasse seu fluxo da drenagem do tipo meandrante¹⁵ para uma drenagem retilínea.

Provavelmente esta mudança na forma do rio levou a uma aceleração da vazão do rio e com isso também mudou sua dinâmica de drenagem.

¹⁵ Meandrante: rio com canais sinuosos constituindo um padrão característico de rios cuja carga de suspensão e de fundo encontram-se em quantidades mais ou menos equivalentes, de fluxo contínuo e regular, possuindo em geral um único canal; adquire essa feição por atravessar relevos planos, onde a baixa declividade e a pequena velocidade de escoamento das águas tornam os desvios mais acentuados

Outros fatores importantes como o surgimento da rodovia (RS-290, a “Free-Way”), atravessando toda a área de estudo no sentido Leste-Oeste, a partir de década de 1970, o crescimento progressivo das áreas urbanas em torno do complexo do Banhado Grande, o aumento do número de açudes para armazenagem de água, a expressiva redução das matas e capoeiras que recobriam os locais mais íngremes da Encosta do Planalto, entre as décadas de 1950 e 1970 e a progressiva diminuição de vegetação ripária, são alguns dos exemplos de interferência humana encontrados ao longo da área do Banhado Grande, sem estas, muito provavelmente a área do Banhado Grande não apresentaria problemas, como erodibilidade, por exemplo (MELLO, 1998).

Nas áreas de cultivo e produção de arroz, nas últimas décadas ocorre um rápido processo de erosão, que pode levar a perda significativa do solo e o consequente processo de voçorocamento dos canais de drenagem do Banhado Grande.

Como dito anteriormente, a erosão é um processo de degradação do solo fortemente ligado a atividades da agricultura, como também apresentado anteriormente neste diagnóstico (Ver Figura 206).

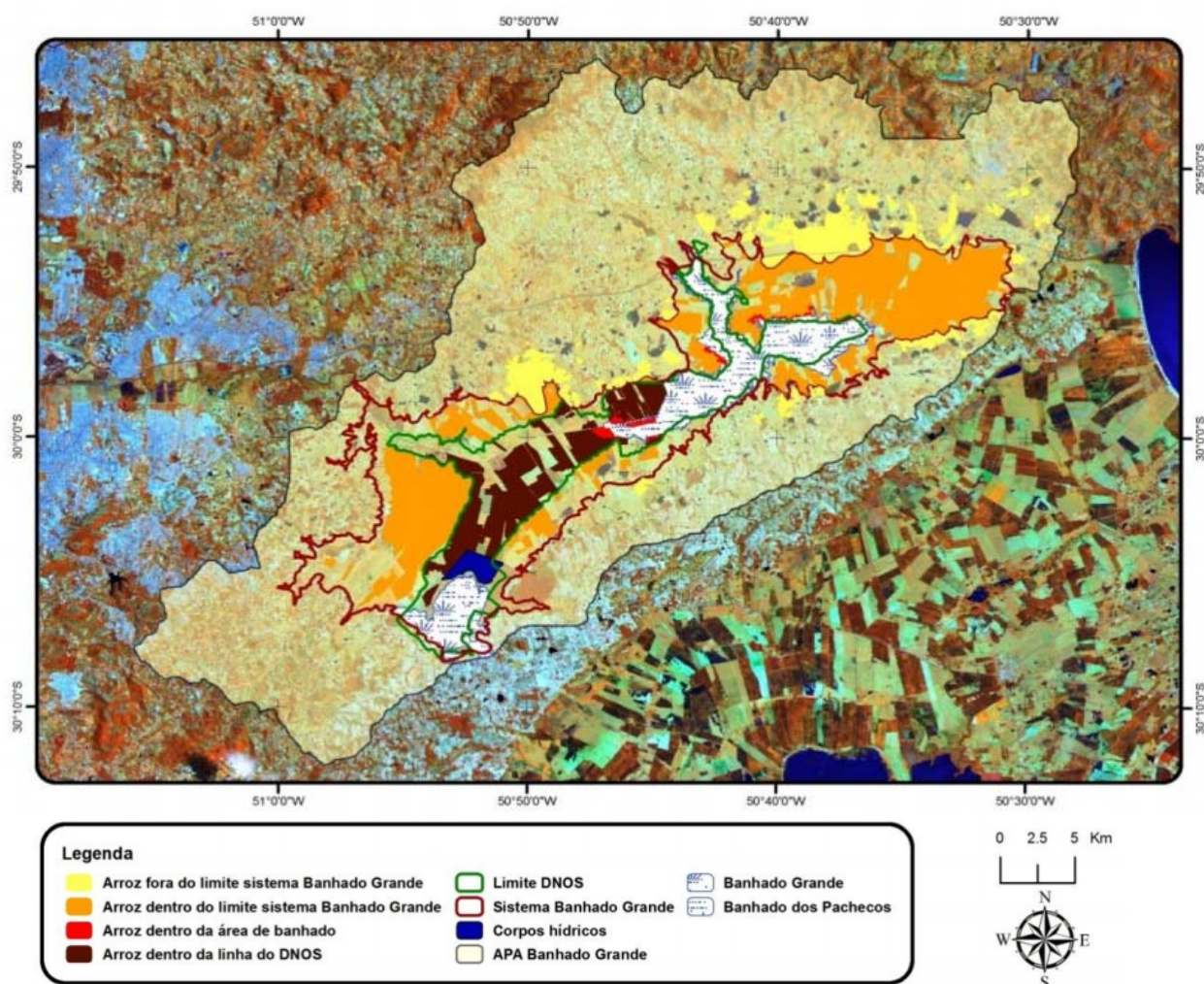


Figura 206 - Mapeamento temporal da rizicultura na APA do Banhado Grande
(Fonte: Guasselli et al., 2013)

Segundo o estudo de GUASSELLI et al. (2013), a rizicultura ocupa uma significativa área plana na área da APA do Banhado Grande. Na APA, o cultivo de arroz se concentra predominantemente na área denominada Sistema Banhado Grande (entre o próprio Banhado Grande e o Banhado dos Pachecos, representada pelo contorno marrom no mapa da Figura 206).

Nesse estudo, calculou-se através de sensoriamento remoto de imagens de satélite as áreas de cultivo de arroz em diferentes safras, obtendo os seguintes resultados para a área do Sistema Banhado Grande:

- 1994: 8.115,79 ha;
- 1996: 6.356,30 ha;
- 2004: 9.959,13 ha;
- 2005: 9.019,86 ha;
- 2007: 8.461,66 ha;
- 2009: 9.696,85 há.

Deve observar-se que, devido à rotação anual de áreas de cultivo, a área total destinada à rizicultura é maior.

O mesmo estudo indica que para toda a área da APA do Banhado Grande, 23.832 hectares foram dedicados à rizicultura dentro do período analisado. Esse valor fica na mesma ordem de grandeza com a interpretação do uso do solo do LABGEO/UFRGS sobre imagem de 2009, apresentada no Quadro 13, que indicou 21.350 hectares.

Por outro lado, o levantamento da FEPAM aponta que o registro oficial de áreas de lavouras de arroz ativas nas cidades que integram o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí indica números de menor grandeza.

Trata-se de 114 lavouras, com aproximadamente 12 mil hectares cultivados, a maior parte dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) do Banhado Grande.

Importante citar neste contexto, o assentamento denominado “Filhos de Sepé” criado em 1998 no distrito de Águas Claras em Viamão, possui 6.935 ha dentro da área da APA do Banhado Grande que produz arroz orgânico, segundo eles em grande escala, sem uso de agrotóxicos e transgênicos.

Um ponto importante, é que nas últimas décadas, a atividade da rizicultura na porção oriental da bacia tem, possivelmente, causado problemas ambientais relacionados ao grande volume de consumo de água e a contaminação a partir dos agrotóxicos utilizados nas áreas de cultivo.

Assim, tais impactos resultantes do uso inadequado da área do Banhado Grande podem gerar alterações significativas na sua dinâmica.

A retirada de água do Banhado para a utilização na rizicultura também parece contribuir como a principal causa para diferenças espaço-temporais da vegetação.

O estudo de GUASSELLI et al. (2013) conclui:

"A metodologia utilizada permitiu o mapeamento da área produtiva e rotação do arroz irrigado na área da APA do Banhado Grande, a partir de uma série temporal de imagens foi possível avaliar a interferência da rizicultura em uma Área de preservação Ambiental. Fica evidente que existe um manejo de uso do solo através da rotação da cultura, porém, há, também, o cultivo de arroz em áreas de banhado, local que deveria estar protegido de qualquer ação humana que altere este ambiente. Desta forma, esta área deve ser preservada para manter as condições ideais de sua fauna e flora e a dinâmica hídrica que abastece o Rio Gravataí. A execução do canal (DNOS) nos anos 70 e uma série de talhões e canais construídos para a irrigação da cultura de arroz alterou a paisagem e diminuindo a área original dos banhados."

No verão, quando ocorre a maior retirada de água do Banhado, pode ocorrer um aumento anômalo da produção primária de macrófitas aquáticas, porque a água que retorna ao Banhado pode conter um maior aporte de nutrientes oriundos de zonas de cultivo de arroz em áreas adjacentes ao Banhado Grande.

Os estudos referentes à precipitação para a região da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí (DNOS, 1985; UFRGS, 2002) mostram significativos índices de precipitação para o período de verão. No entanto, as imagens de satélites obtidas no período de verão mostram uma vegetação que recobre, aparentemente, a lâmina de água aparente no Banhado.

A alteração da cobertura do solo da APA do Banhado Grande, com a reversão de sua cobertura natural da vegetação pela produção de arroz, potencializou a alteração e estrutura do solo, levando a sua desagregação.

Este processo induz que as partículas de solo, sejam carregadas com maior facilidade, onde a contribuição da ação de variáveis físicas como precipitação e fluxo de águas subterrâneas, aceleram o processo erosivo, fato este que fica evidente ao longo de toda área alegada.

A erosão é o processo de desprendimento e arraste das partículas do solo, causados pela água e pelo vento (BERTONI e LOMBARDO NETO, 1990). Processos erosivos são parte da formação dos solos, sendo observados em todos os solos, se considerado um intervalo de tempo coerente.

Quando estes processos superam uma velocidade básica, definida por diversos fatores naturais, há uma perda de solo superior à quantidade de solo aportada pela gênese, causando a redução da espessura do perfil. A formação de solo, para solos profundos e bem drenados, é da ordem de 25 mm a cada 30 anos.

Os processos erosivos classificam-se em laminar, por sulcos e em voçorocas, sendo o grau de redução do perfil crescente do primeiro para o último. Da mesma forma, a dificuldade de recuperação dos solos cresce na mesma direção.

As voçorocas são formas erosivas na qual a profundidade supera os 50 centímetros, ou nas quais a relação entre largura e profundidade menor que a unidade.

Uma voçoroca pode ser descrita como um canal formado a partir de uma incisão fluvial em materiais terrestres inconsolidados, sendo caracterizada por uma transmissão efêmera do fluxo d'água, vertentes íngremes e verticalização da cabeceira (EBISEMIJU, 1989, apud VITTE e MELO, 2007). Uma voçoroca é profunda quando tem mais de 5 metros de profundidade; média, com profundidade entre 1 e 5 metros; e rasa, com menos de um metro.

A velocidade de avanço das voçorocas é elevada no início, tendendo a estabilizar com o passar do tempo.

Entre os fatores antrópicos significativos para a geração do processo erosivo, além da abertura dos drenos, está a pecuária. São observados deslizamentos das margens da voçoroca por pisoteio do gado.

A passagem do gado pela voçoroca deve se observar em duas situações corriqueiras: a busca pela água em melhores condições de captura e o acesso às áreas de pastagens na outra margem.

Buscando contornar a dificuldade gerada pelas vertentes íngremes, o gado busca reconformar o terreno deslocando-se paralelamente à voçoroca e forçando o deslocamento de blocos de solo, que formam degraus de melhor acesso.

Segundo ETCHLAR (2014), no ano de 2003 a erosão mapeada, através de técnicas de geoprocessamento, era de aproximadamente de 1.409 m² e passou para 8.814 m² em 2012, dados que indicam, que o cultivo de arroz irrigado pela captação hídrica, é um grande desencadeador do processo de degradação do solo.

A partir de mosaicos de imagens analisados da área de estudo dos anos de 2003, 2010 e 2012, foi possível fazer uma análise temporal e a quantificação das áreas das voçorocas. A quantificação resultou em uma área de 1.409,77 m² no ano de 2003, 7.956,98 m² no ano de 2010 e 8.814,27 m² no ano de 2012.

Através do mapeamento constata-se a formação e o avanço deste processo de erosão na área de banhado, como confirmado na Figura 207. (ETCHELAR, 2014)

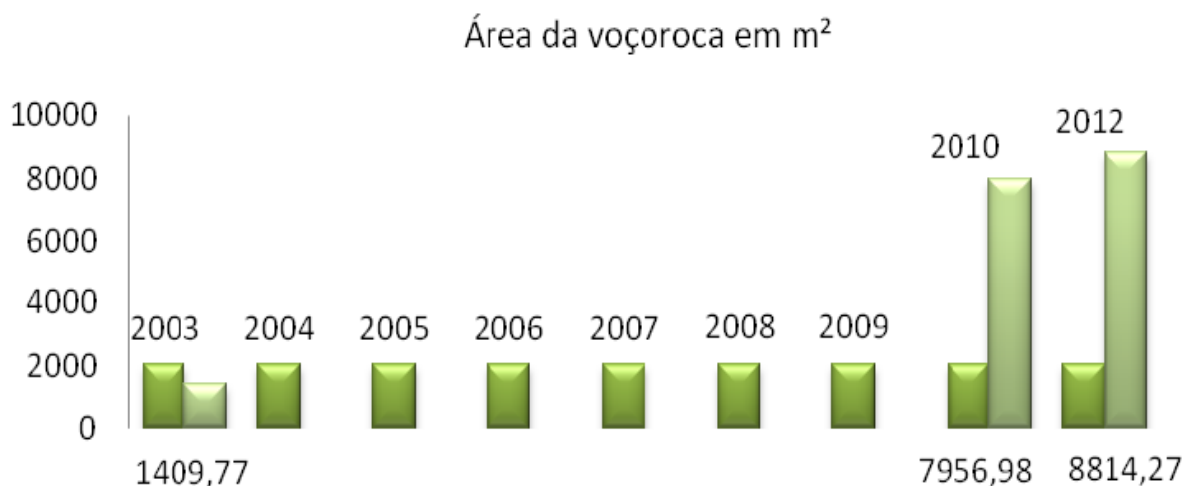


Figura 207 - Avanço da área de voçoroca durante os anos de 2003 – 2012
(Fonte: ETCHLAR, 2014)

Estes números ficam evidentes, quando apresentada a sobreposição dos limites das voçorocas em diferentes anos, que existe um intenso processo de alargamento lateral. O processo erosivo está associado ao contorno do fluxo da água superficial nos meses com grandes precipitações, e o alargamento da erosão está associado ao carregamento das partículas de solo por influência do fluxo da água do lençol freático.

Uma vez estabelecido que a abertura no canal de drenagem para o arroz irrigado, na área limite do Banhado Grande com as áreas úmidas de seu entorno, tem influência direta na formação da voçoroca e seu acelerado processo de expansão, as ações de controle deste processo devem ser imediatas.

Desta forma, a problemática das voçorocas e o avanço das áreas de lavoura, são os impactos mais críticos e que carecem mais urgentemente de ações de zoneamento e adequações.

8.4 Qualidade da Água e do Ambiente Aquático no Banhado Grande e a Jusante

É sabido que os usos dos recursos hídricos têm se intensificado com o desenvolvimento econômico, tanto em relação ao aumento da quantidade demandada para determinada utilização, como no que se refere à variedade dessas utilizações.

O Rio Gravataí é a principal alavanca para o desenvolvimento de toda a região. Deste manancial hídrico é realizada a captação de água para o abastecimento público de aproximadamente 650 mil pessoas. (PRH-GRV, 2012)

O Quadro 84 apresenta os dados SIAGAS, que considerou oito horas de bombeamentos por dia durante 365 dias e foi observado que o volume anual explotado dos aquíferos é da ordem de 3.364.774,4 m³. (PRH-GRV, 2012)

Quadro 84 - Relação dos poços do SIAGAS e municípios

MUNICÍPIO	Nº DE POÇOS	VAZÃO TOTAL (m³/h)	VOLUME ANUAL EXPLOTADO (m³)
Alvorada	13	95,69	279.414,80
Cachoeirinha	26	141,01	411.749,20
Canoas	5	20,8	60.736,00
Glorinha	10	44,18	129.005,60
Gravataí	57	213,22	622.602,40
Porto Alegre	37	169,51	494.969,20
Santo Antônio da Patrulha	15	145,16	423.867,20
Taquara	20	48,43	141.415,60
Viamão	17	200,31	584.905,20
Total	200	1.152,32	3.364.774,40

(Fonte: PRH-GRV, 2012)

Na Bacia do Rio Gravataí, existem atualmente 216 processos de pontos de captação, sendo destes, 102 já outorgados (DRH/SEADS, 2015). Segundo SIAGAS, 2016, na região da APA do Banhado Grande, encontram-se aproximadamente 107 poços outorgados, número considerado aquém da real exatidão dos poços perfurados na área.

O regime hídrico do Rio Gravataí, por sua vez, é complexo e desfavorável no que diz respeito ao aporte de água, pois recebe água proveniente das chuvas que alimentam as vertentes formadoras de pequenos arroios (DNOS, 1985).

Portanto, o Rio Gravataí não possui nenhum afluente que possa lhe proporcionar um aporte significativo de água. Além disso, os ventos provenientes de sul retardam o escoamento do Lago Guaíba e seus principais afluentes: Jacuí e Sinos.

Esses fatores, em conjunto, provocam um escoamento muito lento das águas do Gravataí, e até, muitas vezes, acabam causando uma inversão da direção do fluxo das águas (UFRGS, 2002).

A bacia do Gravataí tem sofrido grandes impactos nos últimos anos principalmente em função do aumento do parque industrial, bem como a população urbana. Este crescimento acelerado provocou um incremento da carga poluidora, gerada devido à irrigação de culturas, dessedentação de animais, lançamentos de efluentes domésticos e industriais, lixo de resíduos sólidos, drenagem urbana, fontes difusas rurais e a precipitação de poluentes atmosféricos, PRH-GRV (2012).

O mesmo estudo já dava conta de que o teor de Sólidos Suspensos Totais (SST) no Banhado Grande é superior ao do Rio Gravataí. Provavelmente, o aumento nos teores de SST do Banhado Grande, estão relacionados com o assoreamento acelerado provocado pela ação do homem e aos processos agrícolas.

A área da bacia do Gravataí apresenta duas regiões com características de ocupação distintas: predomínio da atividade agropecuária na área superior, banhados, e predomínio do uso urbano-industrial no curso inferior do rio.

Os usos predominantes das águas são para irrigação de lavouras de arroz (entorno do sistema do Banhado Grande e canal do DNOS) e o abastecimento público no curso inferior, além de servir como corpo receptor de grande carga de despejos domésticos e industriais.

Segundo levantamentos da FEPAM (Cargas Poluidoras Lançadas nos Corpos Hídricos do Estado do RS, 1997), as indústrias da sub-bacia do Gravataí geram uma carga orgânica bruta de aproximadamente 2.516 t/ano de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio por dia), mas com o tratamento implantado nas indústrias, a carga remanescente lançada é de 1.100 t/ano de DBO. Quanto aos esgotos domésticos, a carga orgânica gerada é de 19.524 t/ano de DBO.

O monitoramento das águas do Rio Gravataí tem ocorrido desde 1980 pela Rede Básica de Monitoramento realizado pela FEPAM, CORSAN e DMAE.

Os dados obtidos nos relatórios apresentam uma avaliação da qualidade da água do Gravataí comparando os dados da qualidade atual e o enquadramento do rio em Classes de uso, conforme Portaria 02/98 - SSMA, com base na Resolução Nº 357 / 05 CONAMA.

O Quadro 85 apresenta a localização dos pontos de monitoramento nos municípios e o índice de qualidade da água atual.

Quadro 85 - Pontos de monitoramento da qualidade da água na Bacia

LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE MEDIÇÃO	ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA NO PONTO MEDIDO (IQA)
Foz do Gravataí, Porto Alegre	Ruim tendendo a muito ruim
Jusante da foz do Arroio Areia, zona norte de Porto Alegre	Ruim tendendo a muito ruim
Cachoeirinha, antiga captação, jusante da foz do Arroio Brigadeiro	Ruim
Passos das Canoas, Gravataí	Regular
Passos dos Negros, Gravataí	Regular, tendendo a boa
Saída do Banhado Grande, Glorinha	Regular, tendendo a boa
Arroio Chico Lomã, Santo Antônio da Patrulha	Regular

(Fonte: FEPAM)

Comparando os resultados dos pontos de medição é possível verificar que, a tendência é de que os pontos mais próximos da Foz do Gravataí em Porto Alegre apresentem os Índices de Qualidade das Águas piores.

Naturalmente isso acontece por que ao longo do seu curso o Rio Gravataí sofre os impactos das ações de exploração econômica e humana.

Quanto à forma do uso da água existem duas possibilidades, de uso consuntivo e não consuntivo, conforme já detalhado anteriormente neste diagnóstico e apresentadas as demandas, os consumos e a disponibilidade hídrica, que em todos os pontos de controle foi deficitária.

Em relação à mineração, a FEPAM traz o registro de 233 empreendimentos licenciados, localizados nos nove municípios integrantes da bacia: (Ver Figura 208)

- Lavra de areia e saibro há o registro de 28 empreendimentos (12 %);
- Lavra de argila representa 11,2% dos empreendimentos, apenas 74 possuem registros sobre lançamento, embora apresente dados incompletos;

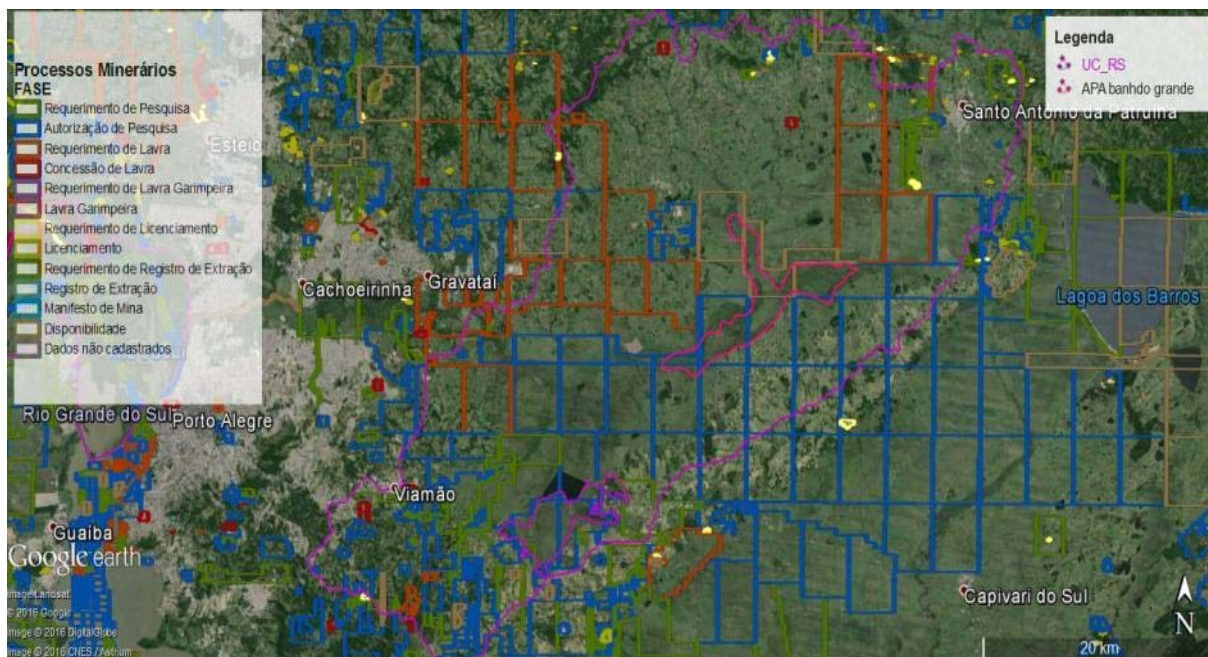


Figura 208 - Processos minerários no Sistema Banhado Grande
(Fonte: Google Earth e Sigmire 2016)

Em relação ao turismo e lazer, a demanda não é significativa, pois não depende de uma determinada quantidade de água, e sim da manutenção dos mananciais dos recursos hídricos em boa qualidade, de forma que permitam este tipo de aproveitamento.

Os banhados possuem funções ecológicas importantes para a manutenção do equilíbrio das regiões em que se desenvolvem, contribuindo para a manutenção dos recursos hídricos.

Essas funções incluem a produção de alimentos, a conservação da biodiversidade, a contenção de enchentes, deposição de sedimentos, remoção de poluentes e recarga e descarga de águas subterrâneas, entre outros. (PRH-GRV).

O Decreto nº 38.971 prevê: preservar o conjunto de banhados; compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a proteção dos ecossistemas naturais ali existentes; conservar o solo e os recursos hídricos, com a implementação de estratégias de gerenciamento em nível de bacia; e recuperar as áreas degradadas com vista à regeneração dos ecossistemas naturais.

As áreas úmidas da bacia hidrográfica do Rio Gravataí, são importantes áreas que abrigam inúmeras espécies adaptadas a este ecossistema, além de servir de local para descanso e recarga alimentar na rota de aves migratórias. Não restando dúvida quanto a importância de conservação e a reabilitação ecológica destas áreas.

Desta forma, conforme avaliado em toda revisão bibliográfica realizada, identifica-se indícios de desordens ecológicas na bacia, principalmente no que tange ao sistema Banhado Grande, originado por ações antrópicas.

8.5 Considerações Importantes

Com os resultados gerais acima apresentados é possível observar que houve grandes mudanças desde a década de 50 até os tempos atuais no perímetro ocupado pela APABG e que em cada ambiente o impacto deu-se de forma diferente.

A ocorrência de um evento crítico de seca, pode causar graves desequilíbrios hidrológicos, socioeconômicos e ambientais, levando ao surgimento de conflitos pelo uso da água. Este fato ficou evidenciado com a necessidade de racionamento no abastecimento público, em municípios localizados na bacia hidrográfica do Rio Gravataí, entre os meses de janeiro e março de 2005, revelando a escassez da infraestrutura na região, agravada pela escassez hídrica, conforme evidenciado por Germano e Sotério, 2011.

A disponibilidade de água não atende à demanda da Bacia para usos diversos, anunciando situações mais críticas nos próximos anos, o que mais uma vez corrobora com a necessidade de medidas de recuperação ambiental principalmente nas áreas do entorno do sistema Banhado Grande.

A renaturalização ambiental tem como objetivos recuperar rios e córregos de modo a regenerar o mais próximo possível a biota natural, através do manejo regular ou de programas de renaturalização, preservar as áreas naturais de inundação e impedir quaisquer usos que inviabilizem tal função.

Os objetivos da renaturalização são alcançados à medida que o plano de renaturalização considera, simultaneamente, os conhecimentos de engenharia hidráulica e técnicas de bioengenharia, em seu desenvolvimento.

A renaturalização de um rio, não significa a volta a uma paisagem original não influenciada pelo homem, mas corresponde ao desenvolvimento sustentável dos rios e da paisagem em conformidade com as necessidades e conhecimentos contemporâneos.

Tendo em vista as transformações ambientais na área da APA do Banhado Grande, entende-se necessário inserir no Comitê e Conselho gestores da bacia do Gravataí a discussão acerca do conceito de renaturalização de rios, demonstrando o potencial desta técnica com baixos impactos e muitos benefícios para o ecossistema.

Além de seguir a dinâmica do rio, que tende sempre a buscar um equilíbrio migrando seus meandros e estabilizando naturalmente, através de suas curvaturas, a vazão do corpo d'água.

BRENNER, 2015, afirma que pequenas intervenções físicas no leito e canal, de acordo com Sutili (2004), apoiadas ou não por medidas vegetativas, podem alterar características como a velocidade da água e a tensão de erosão suportada pelo leito, controlando os processos fluviais e proporcionando um direcionamento do sistema à renaturalização.

Essas intervenções encontram-se dentro do campo da bioengenharia de solos, que consiste no uso de elementos biologicamente ativos (como vegetação) junto a elementos inertes (como madeira) em obras ou pequenas intervenções de estabilização de solos, margens e sedimentos, o que seria uma solução inicialmente viável para devolver às características meandrante do Rio Gravataí.

A formação e equipes multidisciplinares são essenciais para a execução de obras hidráulicas com técnicas de bioengenharia, no caso de obras de proteção contínua, de margens que já se encontram erodidas, isto é, já impactada, a proteção contínua visa restabelecer o equilíbrio.

Em cada situação é necessário procurar o revestimento (obra) que possui as exigências características de: permeabilidade ou impermeabilidade, robustez, flexibilidade, rugosidade, durabilidade e economia, e entre eles adotar o que melhor se adapte às necessidades do local a ser feita a obra.

Para isso, é estritamente necessária a elaboração de um projeto detalhado, que leve em consideração o diagnóstico de cada caso e as metas, onde também serão escolhidos os métodos mais adequados para a recuperação de cada situação, bem como os procedimentos para sua execução e os parâmetros para sua avaliação e monitoramento (BOENI, 2016; BRANCALION et al., 2015; ISERNHAGEN et al., 2009).

Com isso, entende-se que não é possível encontrar uma única solução para a recuperação do Sistema Banhado Grande, a qual possa ser aplicada em toda sua extensão. Como dito, se faz necessário um investimento para a elaboração de um projeto responsável que identifique cada situação e os melhores métodos para sua recuperação.

Em reunião realizada em 10/08/2016 nas dependências do Ministério Público do Rio Grande do Sul, Promotoria Regional Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, tendo a participação da SEMA, PM de Viamão, PM Glorinha, FMMA Gravataí, UFRGS, APABG, Comitê Gravatahy, Metroplan e Consórcio ENCOPI/COHIDRO/MJ, ficou definido:

"O projeto de intervenção física no Rio Gravataí, visando combater a erosão e as cheias, próximo a Guará, será apresentado pelo Prof. Laurindo (UFRGS) e pela FMMA aos Municípios que providenciarão o licenciamento de posteriormente encaminhado à Metroplan."

Sobre os principais impactos avaliados na região da Bacia do Gravataí, especialmente sobre a área da APA do Banhado Grande, faz-se algumas ponderações a serem levadas em consideração quanto a promoção de estudos mais aprofundados dos temas e áreas:

- Sobre o Rio Gravataí - Proposição de retomada do traçado meândrico do rio, reduzindo a velocidade de escoamento. Depois de certo tempo, os processos erosivos fluviais se estabilizariam e assim, facilitam o ressurgimento da biota, e consequentemente a revitalização do rio.
- Em comparação à situação atual (rio retificado), necessita-se de mais áreas marginais. A mata ciliar melhora as condições ecológicas, hidrológicas e morfológicas. Por isso, nesses trechos de rios deve-se proteger ou plantar mata de espécies nativas (SELLES et al., 2001).
- Sobre as voçorocas que se encontram em pleno processo de evolução. Embora seja esperada uma velocidade menor de evolução de cada voçoroca já existente, espera-se também o surgimento de novas voçorocas em outros pontos ao longo do canal que poderiam ser controladas com a implantação de barreiras transversais ao escoamento da água.

- Sobre o canal do DNOS – o processo erosivo do canal deve ser ampliado nos próximos anos, especialmente nas curvas de 90° e na curva fechada localizada ao final do acesso da Granja Quatro Irmãos.
- Sobre a vegetação - a perda ou a redução significativa do encharcamento superficial do solo promoverá uma alteração da fitossociologia, com o favorecimento de espécies higrófilas. Com isso, haverá um favorecimento à ocupação dos campos com gado e até com lavoura e a expansão do número de maricás;
- Sobre a fertilidade do solo - A drenagem do solo favorecerá a oxidação desta matéria orgânica, atualmente protegida pelo ambiente reduzido. Esta oxidação elevará momentaneamente a fertilidade natural do solo, mas o processo se esgotará em pouco tempo, por não haver uma reposição de material orgânico com a mesma velocidade. A tendência então é de redução da fertilidade natural do solo com o passar do tempo, com redução da cobertura vegetal e favorecimento da erosão eólica.
- Sobre a disponibilidade hídrica – Segundo HANCK, 2013, a bacia hidrográfica do Rio Gravataí vem apresentando problemas de ordem hídrica, de poluição e de redução da área de banhados. A falta de água para abastecimento das cidades de Alvorada, Cachoeirinha e Gravataí atinge mais de 3 m³/s.

A adoção de medidas intervencionistas bem planejadas, a partir dos principais impactos levantados aqui neste trabalho, em conjunto com ações de conscientização, deverão surtir efeito a médio prazo, melhorando inclusive a qualidade de vida das comunidades humanas, fauna e flora do sistema Banhado Grande, e conseqüentemente, à população que vive na área da Bacia.

A proposição de ações de recuperação e preservação das áreas de banhado devem ser realizadas: inicialmente através da contenção dos fenômenos erosivos em plena expansão, de maneira emergencial, e posteriormente a implementação de medidas preventivas, através de ações estruturais e não estruturais eficazes.

A engenharia naturalística pode substituir ou complementar as técnicas clássicas da Engenharia Civil, quer em obras de terra ou fluviais, com aplicação predominante na proteção de margens, taludes e encostas, assim como no controle da erosão, e nesse caso particular das voçorocas existentes na área de abrangência dos estudos.

9 CENÁRIOS DE IMPACTOS E ASPECTOS INTEGRADOS

Neste capítulo apresentam-se os principais impactos ambientais e aspectos negativos relacionados às ocorrências de cheias e as estiagens na bacia do Rio Gravataí, conforme já identificados anteriormente, vinculando assim, a causa com os efeitos gerados.

9.1 Falta de Planejamento Urbano Adequado

Todos os municípios apresentam um nível de urbanização considerado acentuado, com exceção de Glorinha, que foi o último município da bacia a ser emancipado.

Nos centros mais urbanizados pode ser constatada uma taxa de impermeabilização superior àquela prevista pelo Plano Diretor do município.

Este fato evidencia a necessidade de fiscalização das ocupações urbanas após a emissão do “Habite-se”, para evitar o comprometimento das estruturas planejadas, projetadas e construídas com base na premissa de taxa de ocupação pré-estabelecida.

A urbanização acentuada, principalmente no Baixo Gravataí, dissociada de um planejamento adequado, acarretou no aumento da impermeabilização acima daquela prevista pelos Planos Urbanísticos, o que trouxe como consequências diretas:

- a redução da recarga do lençol freático;
- a redução das vazões em períodos de estiagem pela menor recarga do aquífero;
- o aumento do volume e das vazões de picos do escoamento superficial.

Nos demais segmentos da Bacia, a ocupação irregular de áreas sujeitas a inundações ribeirinhas, sem a devida fiscalização, gerou prejuízos sazonais mais frequentes com a perda de bens e riscos às pessoas.

A urbanização de fundos de vale, áreas de escoamento natural das águas precipitadas, restringiu a passagem das enxurradas e favoreceu a ocorrência de erosão, causando fortes impactos ambientais com consequentes

A urbanização de encostas, por sua vez, favoreceu a ocorrência de erosão, com perda de solo e potencializou deslizamentos com sérios riscos à população da microrregião e consequências ambientais a jusante dos locais dos eventos.

De um modo geral, uma já consagrada ocupação urbana em áreas sujeitas às inundações naturais, exigiu a implantação de sistemas de proteção contra as cheias (ex.: os SPCC's de Porto Alegre, Canoas, Alvorada e Cachoeirinha), cuja operação, disponibilidade e performance não permitem falhas, sob pena de gerar elevado risco de prejuízos e perdas humanas em caso de colapso.

Como prevenção e mitigação de riscos, investimentos e custos é necessário que os municípios e a Bacia como um todo, contem com um planejamento urbano que considere a “zona de passagem das enchentes” (TUCCI, 2007).

Tais planos devem estar consolidados e adequados ao Plano Diretor Urbanístico de cada município ou microrregiões, normatizando e integrando estudos, projetos e obras a serem contratadas pelo poder público.

Estas consolidações serão contempladas nos produtos subsequentes a este produto.

9.2 Gestão Inadequada do Sistema de Drenagem

Um dos aspectos significativos associados à ocorrência de alagamentos e inundações, está relacionado com a gestão inadequada dos sistemas de drenagem de águas pluviais, seja por questões institucionais, estruturais, ou ainda, pela incapacidade do poder público gerenciar e implementar as obras necessárias para ampliação e operação adequada do sistema.

O poder público não conta com pessoal capacitado nem com suficientes recursos financeiros para realizar uma efetiva fiscalização da operação e disponibilidade dos sistemas existentes, bem como para a implantação de estudos e projetos padronizados.

A desenfreada e desordenada ocupação do solo, não coibidas pelos Planos Diretores Urbanísticos, comprometeram o funcionamento dos sistemas de drenagem existentes.

A falta de planejamento em termos de elaboração dos Planos Diretores de Drenagem e posteriormente na execução dos projetos executivos previstos pelos planos, aumentou a incidência de inundações e alagamentos sazonais, com os consequentes prejuízos da perda de bens e a maior ocorrência de acidentes com pessoas.

Por outro lado, o desconhecimento dos sistemas existentes, pela falta de cadastro físico e topográfico, também contribuiu para o aumento da incidência do número de eventos de inundações e alagamentos na Bacia, já que não são identificadas as reais causas de suas ocorrências.

9.3 Estiagens e Demanda

Em relação às estiagens, há de se estabelecer uma relação das demandas na bacia em estudo, e comparar com a disponibilidade hídrica, que se apresenta a menor do que as necessidades totais.

A maior demanda é para irrigação, que é maior no verão, quando as vazões naturais do rio são menores, atingindo um valor de seis vezes maior que o somatório de todas as outras demandas (95 % da demanda total).

A demanda para abastecimento público, prioritária em termos legais (Constituição Estadual e Lei 10.350/1994), representa 4% da necessidade total).

Os conflitos pelos usos da água na bacia são evidentes, e estão em fase de ajustes em função das outorgas, e da implementação de um efetivo sistema de fiscalização e cobrança.

O crescimento da população nas áreas urbanas tem aumentado a demanda por água, e os sistemas integrados de abastecimento de água (SIGRAC, SIAV e SICES) vêm apresentando problemas de atendimento.

Os municípios de Canoas (Arroio das Garças), Santo Antônio da Patrulha (Rio dos Sinos) e Porto Alegre (Lago Guaíba) não dependem das vazões a serem fornecidas pela bacia, já que captam fora dela.

Foram identificadas carências tanto nos sistemas de captação e produção (principalmente SIGRAC e SIAV), quanto nos sistemas de distribuição e reservação, onde as redes localizadas em áreas de ocupação mais antiga carecem de substituição.

Identifica-se algumas ações do poder público, relacionadas com o combate aos efeitos de estiagem especificamente na Bacia do Rio Gravataí e têm priorizado justamente a questão sistemas de abastecimento público (ampliação e operação) e do manejo inadequado dos recursos hídricos por parte de alguns rizicultores.

É necessário implementar uma política de outorga de uso (PRH-GRV), com fiscalização rigorosa e monitoramento do uso da água, principalmente em relação à agricultura.

As demandas restantes (industrial e pecuária) embora sejam fundamentais, representam valores bem menores dentro do planejamento global (1 % da demanda total).

O estudo de alternativas para regularização das vazões que atendam as demandas existentes na bacia, passam necessariamente pela proposição de reservatórios de acumulação, justamente no verão, quando vazões naturais da Bacia são menores.

A ampliação dos sistemas de transposição de água entre bacias também é uma alternativa a ser estudada.

A recuperação ambiental das áreas de banhado na bacia a regularização natural das vazões, porém este efeito, embora positivo, não é suficiente para garantir o atendimento das demandas hídricas na bacia sem falhas, o que poderá ser comprovado por ocasião da elaboração dos estudos de modelagem matemática, também escopo do presente Estudo.

9.4 Lançamento de Esgotos e Resíduos nos Recursos Hídricos

Embora os sistemas de coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos encontrem-se em funcionamento adequado principalmente na cidade formal, os sistemas de drenagem apresentam pontos nevrálgicos específicos que frequentemente perdem sua função, pela obstrução total ou parcial, acarretadas pela presença de entulhos e demais "rejeitos" urbanos.

Por outro lado, a presença de esgotos cloacais contaminado as redes pluviais que não foram construídas nem dimensionadas para recebê-lo, reduz a vida útil dos equipamentos e compromete seu funcionamento, também é uma questão que necessita uma abordagem mais imediata do poder público (item 9.2, acima).

A degradação da qualidade dos recursos hídricos, consequência do lançamento de RSU e esgotos cloacais sem o devido tratamento nos mananciais, compromete o ciclo hidrológico em termos físicos, bem como os ecossistemas associados, haja vista que as cargas orgânicas identificadas pelos sistemas de monitoramento, permitem classificar os trechos de jusante do Rio Gravataí como Classe 4, segundo Resolução CONAMA 357/2005.

Há que se considerar também a elevada degradação e assoreamento dos canais de drenagens abertos que são contaminados pelo despejo de objetos, principalmente na periferia das cidades.

Associada a isto ainda há de se considerar o uso de insumos e defensivos agrícolas, com predominância para as lavouras de arroz irrigado nos trechos de montante e médio Gravataí.

Como consequência, também a operação e os custos para o abastecimento público de água ficam seriamente afetados (item 9.3 acima).

A busca pelos enquadramentos necessários, passa principalmente pelo equacionamento das metas de implantação dos SES e pela gestão sobre os RSU, em nível de educação da população (presença de resíduos na rede de drenagem), seletividade, coleta, armazenamento e tratamento.

9.5 Degradação Ambiental

O projeto elaborado pelo DNOS, na década de 60, alterou significativamente o regime de escoamento do Rio.

O registro de perda de solo e do avanço das erosões, incluindo o aumento e aparecimento de novas voçorocas, identifica urgência nas ações corretivas emergenciais de curto prazo. O Ministério Público, através da sua regional de Gravataí está liderando ações neste sentido.

A ocupação desordenada e o manejo inadequado do solo nas APP's, ao longo dos cursos d'água, está favorecendo a ocorrência de erosão e assoreamento de suas calhas, comprometendo a qualidade das águas com aumento de sedimentos, e a redução da seção de escoamento, favorecendo a ocorrência de inundações.

O avanço da agricultura nas áreas de várzea identificadas na bacia em estudo, vem ao longo dos anos reduzindo a superfície dos sistemas alagadiços, hoje integrantes da APA Banhado Grande - APABG.

O Plano de Manejo da APABG ainda não está concluído, e seus limites físicos em se tratando do banhado propriamente dito, não foram sequer delimitados, o que dificulta o estabelecimento da determinação das restrições de uso, e dos limites de cultivo de arroz irrigado, por exemplo.

Medidas preventivas para reduzir o risco de novos impactos e de sustar a evolução do cenário atual, ainda carecem de estudos mais aprofundados que considerem a “renaturalização” do Rio, ou seja: o restabelecimento das condições de escoamento superficial originais com menor velocidade, melhorias nas condições de recarga do aquífero, bem como o fator de regularização natural do banhado, conforme IPH-CPRM/2002.

9.6 Condicionantes Naturais e Antrópicos de Escoamento das Águas Pluviais

Os municípios que compõem o presente estudo apresentam algumas condicionantes naturais e antrópicas para o funcionamento dos sistemas de drenagem.

O escoamento das águas superficiais comporta-se de acordo com as características naturais, dos meios físico e biótico, das bacias em que se encontram, bem como é influenciado pelas questões antrópicas, como, por exemplo, alterações provocadas pelo desenvolvimento urbano nas áreas densamente ocupadas.

Os planos municipais de saneamento, em conjunto com elementos obtidos da base de dados do presente estudo, forneceram subsídios suficientes para verificar-se a ocorrência desses condicionantes nos municípios da Bacia do Gravataí.

Em todos os municípios identificou-se ocorrência de cotas inferiores a 10 metros, áreas propensas a erosão, e ocorrência de recursos hídricos fronteirizos, caracterizando o compartilhamento de recursos d'água.

Ocupações de encosta em áreas suscetíveis a deslizamento em áreas urbanas foram identificadas em Porto Alegre no divisor de águas da bacia do Gravataí com a bacia do Lago Guaíba, conforme apresentado no Produto 5 - Base de Dados (conforme estudo da CPRM).

As áreas urbanas de Canoas, Cachoeirinha e Glorinha são bastante planas, enquanto as demais cidades da bacia possuem topografia menos regular, provocando declividades mais altas.

Dessa forma, foi possível elaborar o Quadro 86 que relaciona para cada município que possui área urbana na Bacia do Gravataí a presença (em verde) de cada condicionante natural que influencia nos sistemas de drenagem. No mesmo quadro, acrescentou-se as questões relativas à divisão política e bacias hidrográficas.

Quadro 86 - Condicionantes naturais que influenciam nos sistemas de drenagem da Bacia

CONDICIONANTES	CACHOEIRINHA	GLORINHA	SANTO ANT ^o PATRULHA	PORTO ALEGRE	ALVORADA	CANOAS	VIAMÃO	GRAVATAÍ
Declividade Acentuada			S	S	S		S	S
Cotas baixas	S	S	S	S	S	S	S	S
Compartilhamento de Cursos D'água	S	S	S	S	S	S	S	S
Erosão	S	S	S	S	S	S	S	S
Deslizamento			S	S				
Ocupação de fundo de vale	S		S	S	S	S	S	S
Ocupação de encosta				S	S			S
Mais de uma bacia hidrográfica além da Bacia do Gravataí	S		S	S		S	S	S
Obs.: SIM - S NÃO - em branco								

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Como pode ser observado na Figura 209 os municípios podem participar de uma ou mais sub-bacias hidrográficas da Bacia do Rio Gravataí.

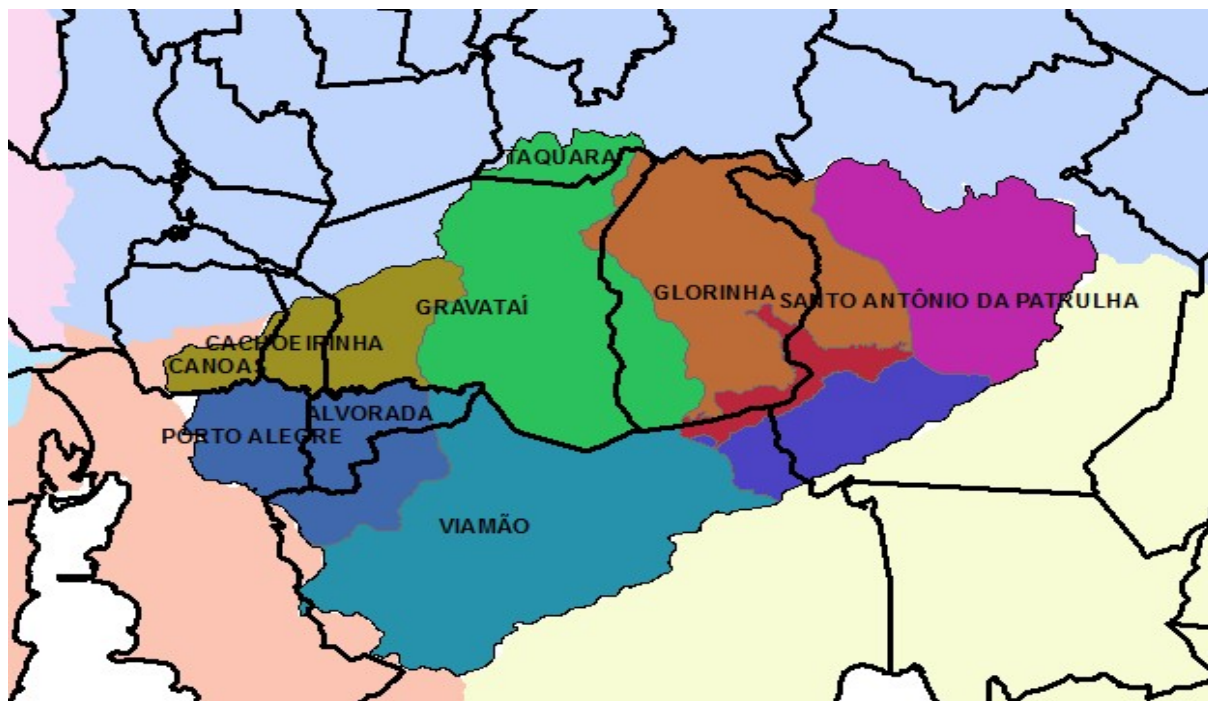


Figura 209 - Divisão política municipal, bacia hidrográfica e sub-bacias
(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

O Quadro 87 apresenta as condicionantes antrópicas e suas consequências específicas sobre o sistema de drenagem da bacia.

Quadro 87 - Condicionantes antrópicas e efeitos na drenagem

Condicionantes Antrópicas	Efeitos na Drenagem
Existência de sistema de proteção contra as cheias	Risco elevado em caso de colapso
Urbanização acentuada	Aumento da impermeabilização
Degradação da APP	Erosão e assoreamento
Falta de planejamento das ocupações	Risco de inundações
Degradação dos recursos hídricos (RSU e esgotos)	Degradação natural
Desconhecimento do sistema de drenagem existente	Risco de inundação
Urbanização em áreas de risco de erosão e inundação	Risco para bens e pessoas
Fiscalização ineficaz	Aumento de ocupação em áreas inundáveis e comprometimento do sistema de drenagem urbana
Compartilhamento de cursos d'água	Planejamento dissociado
Falta de regulação	Falta de controle do sistema de drenagem

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Os municípios de Porto Alegre, Canoas e Cachoeirinha, na Bacia do Rio Gravataí, possuem sistema de proteção contra cheias (SPCC) composto por dique, canais condutores internos e externos e casa de bombas.

Esses sistemas mostram-se eficientes somente se uma série de cuidados de manutenção forem adotados, conforme os citados no estudo “Riscos Associados ao Sistema de Controle de Enchentes no Vale do Rio dos Sinos” (PENTEADO et al., 2012).

Além dos cuidados de manutenção, deve-se observar questões de contingências operacionais, como, por exemplo, falta de energia elétrica. Essa questão ocorreu nas enchentes do inverno de 2015 no bairro Niterói, em Canoas.

Por causa da falta de energia elétrica em uma estação de bombeamento o bairro, que se encontra em um pôlder, foi inundado.

O Quadro 88 relaciona a presença das condicionantes antrópicas nos municípios da Bacia do Rio Gravataí.

Quadro 88 - Ocorrências de condicionantes antrópicas nos municípios da Bacia do Rio Gravataí

MUNICÍPIO	CACHOEIRINHA	GLORINHA	SANTO ANT ^o PATRULHA	PORTO ALEGRE	ALVORADA	CANOAS	VIAMÃO	GRAVATAÍ
SPCC	S			S		S		
Urbanização Acentuada	S		S	S	S	S	S	S
Degradação de APP	S	S	S	S	S	S	S	S
Degradação (RSU-SES)	S	S	S	S	S	S	S	S
Cadastro Topográfico				S				
Urbanização em áreas de risco	S		S	S	S	S	S	S
Fiscalização ineficiente	S	S	S	S	S	S	S	S
Falta de regulação	S	S	S	S	S	S	S	S
Obs.: SIM - S NÃO - em branco								

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

Problemas relacionados com degradação de áreas de preservação permanente, recursos hídricos, esgotamento sanitário, assim como fiscalização ineficaz e falta de regulação são comuns na grande maioria de municípios brasileiros.

Desta forma, tais problemas ocorrem em todos os municípios da Bacia do Gravataí.

O sistema de esgotamento sanitário, nos municípios em que o mesmo se encontra operacional, apresenta implantação parcial de rede coletora, tipo separador absoluto e estação de tratamento de efluentes.

Os domicílios que não estão ligados na rede utilizam fossas rudimentares (fossa negra), fossa séptica, valas e sistemas de sumidouro.

De forma generalizada, utiliza-se o sistema de drenagem urbana para condução e afastamento de efluentes cloacais até os cursos d'água e desses ao Rio Gravataí, quando não é feita de forma direta no mesmo.

O despejo final dos volumes pluviais também é de forma direta escoada para o leito do rio. Em uma análise integrada destas condicionantes naturais e antrópicas sobre o escoamento das águas pluviais, podem ser destacadas as seguintes questões:

- Dinâmica de crescimento das zonas urbanas, a qual aponta a presença constante de obras e ampliações de travessias e canais;
- Com exceção de Porto Alegre, os municípios estudados não possuem um cadastro topográfico das redes de drenagem implantadas com execução de levantamento topográfico e batimétrico das redes de micro e macrodrenagem;
- Municipalidades sobrecarregadas em termos de atribuição do corpo técnico e desprovidas de estruturas, equipamentos e capacitação adequada para a nova demanda atribuída ao saneamento ambiental;
- Densa ocupação urbana histórica de zonas de inundação natural, corroborada pela implantação de sistemas de proteção contra cheias, como nos municípios de Canoas, Porto Alegre, Alvorada e Cachoeirinha;
- Declividade: Problemas de enxurradas, devido às altas declividades naturais do terreno;
 - ✓ Cotas baixas: Problemas de enchentes devido a presença de áreas planas em zonas de inundação natural;
 - ✓ Compartilhamento de cursos d'água: Limites políticos materializados por um curso d'água;
 - ✓ Erosão: Problemas de erosão potencializados pelo escoamento das águas pluviais;
 - ✓ Deslizamento: Problemas de instabilidade das encostas de rocha e solo, agravadas pela saturação de água;
 - ✓ Ocupação de fundo de vale: Desenvolvimento urbano planejado ou não em áreas sujeitas a inundações naturais, pela extravasão dos cursos d'água;
 - ✓ Ocupação de encosta: Desenvolvimento urbano planejado ou não em áreas com inclinação acentuada, gerando riscos de erosão e deslizamentos;

- Unanimidade pode ser atribuída aos seguintes aspectos:
 - ✓ Degradação de APP pela remoção da mata ciliar e ocupação urbana;
 - ✓ Lançamento de efluentes domésticos sem devido tratamento;
 - ✓ Lançamento de resíduos sólidos;
 - ✓ Falta de regulação dos serviços de drenagem urbana;
 - ✓ Carência de fiscalização permitindo as ocupações urbanas em áreas de inundação natural dos cursos d'água.

10 CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES

A evidente pressão por urbanização na Região Metropolitana de Porto Alegre compete diretamente com a necessidade de preservação de áreas ribeirinhas, e interfere diretamente na dinâmica do rio, já alterada, e que apresenta frequentes ocorrências de inundações.

Conforme constatado a única alternativa real e em vigor atualmente para minimizar os casos de necessidade de atendimento por conta de enchentes mais severas, são os atendimentos efetuados pelos setores de Defesa Civil, bombeiros e saúde pública.

É notória a falta de participação proativa dos órgãos e secretarias que possuem atribuição da gestão do sistema de drenagem, como engrenagem de infraestrutura que compõe o espaço urbano dos municípios.

Na sua maioria, carecem de ações concretas como adoção de medidas estruturais ou não-estruturais contribuir nas ações preventivas e de emergência, visando a solução ou mitigação dos problemas oriundos dessa natureza.

É preciso que o avanço urbano tenha um planejamento que considere a “zona de passagem das enchentes” (TUCCI, 2007), ou seja, que essa faixa deva ficar desobstruída, favorecendo a passagem de cheias sazonais, evitando danos de monta e represamentos.

O fluxo de projetos e obras dos novos empreendimentos em geral não tem um procedimento padronizado, haja vista necessidade de atender as interfaces existentes com a secretaria de obras e outras como desenvolvimento urbano, planejamento, meio ambiente, etc.

Estas interfaces indicam a necessidade de um planejamento integrado, principalmente nas questões que envolvem o desenvolvimento urbano, a fiscalização das obras, as áreas verdes, institucionais e de preservação permanente, e ainda pode-se incluir a saúde pública e educação ambiental.

Os problemas com frequentes inundações são evidentes na região, sendo que em alguns municípios o Ministério Público do Estado do RS tem agido intensamente para que as municipalidades adotem posturas objetivas em termos de ações concretas de planejamento, projetos e obras eficazes, para implementação de medidas definitivas para os problemas identificados (proposições dos PMSB).

Entre os municípios da área em estudo, com exceção de Porto Alegre (Departamento de Esgotos Pluviais – DEP) não possuem instrumentos como Plano Diretor de Drenagem consolidados e adequados ao Plano Diretor Urbanístico, incluindo um Manual de Drenagem Urbana e um Caderno de Encargos que normatiza os estudos, projetos e obras a serem contratadas pelas Prefeituras.

Para os demais municípios, identifica-se a carência de instrumentos de normatização do serviço de fiscalização e acompanhamento de projetos e obras, especificamente relacionados a gestão das águas pluviais, como um caderno de encargos, ou manual de projetos, com objetivo estabelecer diretrizes e detalhamentos que orientem para a execução dos serviços e obras contratados.

Canoas possui um Departamento de Esgotos Pluviais – DEP, assim como Porto Alegre, com status de secretaria, enquanto os demais municípios distribuem a gestão do sistema de manejo das águas pluviais entre as secretarias de obras, planejamento urbano, habitação e meio ambiente.

A capital do Estado do Rio Grande do Sul, com larga experiência na gestão das águas pluviais, referência nacional sobre o tema, encaminha a implementação de uma autarquia que possa gerir de maneira mais adequada os recursos disponíveis para o manejo das águas pluviais, incluindo a implementação de cobrança de uma taxa pela prestação de serviços de drenagem, que seja proporcional a área impermeável de cada lote.

A drenagem urbana vem sendo convocada para estabelecer soluções estruturais e não estruturais para este complexo cenário de aumento de densidade populacional, com efetiva degradação ambiental pela supressão da flora nativa e consequente efeitos à fauna associada, consequência do crescimento dos grandes centros urbanos.

As referidas proposições, a serem concebidas nas etapas posteriores para mitigar os problemas relacionados às inundações e escassez de água, devem considerar estes aspectos e, sobretudo a questão da dominialidade sobre o território municipal em contraponto às questões de interdependência de âmbito regional.

Nesse contexto sugere-se que as seguintes alternativas estruturais e não estruturais a serem previstas como obras para minimização das inundações:

- Reservatórios de amortecimento de cheias;
- Parques lineares ribeirinhos;
- Áreas de infiltração de águas pluviais;
- Restauração de margens e revestimento com vegetação rasteira;
- Bacias de contenção de sedimentos;
- Dissipadores de energia;
- Desassoreamento de canais;
- Estruturas de contenção dos taludes dos reservatórios de amortecimento;
- Ampliação da seção e redução da declividade;
- Parques associados à reservatórios de amortecimento de cheias ou áreas de infiltração.

As interfaces regionais, em se tratando de território e de regime de escoamento, devem prevalecer sobre interesses intramunicipais como de desenvolvimento urbano através da especulação imobiliária a qualquer preço.

Importante se faz que todas as estruturas previstas para implementação promovam o escoamento regular das águas, que previnam inundações locais tanto a jusante como a montante dos municípios, que proporcionem segurança sanitária, patrimonial e ambiental.

Assim, as concepções e proposição dos cenários a serem apresentadas nas fases posteriores desse estudo (Produto No 12 - Projetos Conceituais dos Cenários de Intervenção), devem visar a eliminação das inundações em locais e zonas de riscos às populações, minimizar os impactos negativos referentes à remoção das populações das áreas de risco, melhorar as condições de escoamento das águas pluviais, melhor aproveitar as áreas públicas e separar de forma efetiva as redes pluviais e sanitárias.

Além dos problemas com inundações, a Bacia do Gravataí conforme já mencionado anteriormente a Bacia sofre com problemas de escassez de água.

O crescimento da população nas áreas urbanas tem aumentado a demanda por água, e comprometendo sua qualidade, devido a carência de infraestrutura e falta de acompanhamento das obras de saneamento ambiental.

Os conflitos pelos usos da água na bacia são evidentes e mostra-se necessário fazer ajustes em função das outorgas e implementação de um efetivo sistema de fiscalização e cobrança, haja vista competição pelo recurso hídrico principalmente ao longo do período primavera/verão, quando a demanda para irrigação orizícola cresce significativamente, reduzindo a disponibilidade hídrica para abastecimento humano, função específica do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Gravataí.

Para equilibrar a disponibilidade hídrica versus a demanda são necessárias outras proposições estruturais e não estruturais, haja vista a incapacidade atual de se atender as demandas de consumo projetadas para a área em estudo.

Uma medida não estrutural que deve ser estudada nos produtos posteriores de forma a aproximar a demanda existente à disponibilidade hídrica na bacia, está relacionada com a recuperação de áreas originais do banhado, através da redução das áreas utilizadas pela rizicultura, que foram drenadas pela alteração do traçado e profundidade do rio (originalmente meândrico e dinâmico), através do canal do DNOS (linear e mais aprofundado).

Assim será importante verificar a necessidade de reduzir o volume necessário para a rizicultura, que compõe a maior parcela da demanda total.

De posse destes dados será possível avaliar melhor a quantidade de área a ser reduzida pela rizicultura, ou se com a regularização do banhado ajudará a eliminar o problema de escassez da Bacia e ou ainda verificar a necessidade de alguma obra estrutural para solucionar o problema de estiagens da Bacia.

No que diz respeito a disciplina ambiental consta-se que o avanço da urbanização, sem o devido planejamento, sobre as planícies de inundação e sobre as APPs traz como consequência direta, o lançamento de resíduos sólidos e efluentes de origem doméstica e industrial, os quais alteram as características naturais da água interferindo no ciclo hidrológico.

Associada a questão da degradação da qualidade da água pelo avanço da urbanização, há que se considerar ainda o uso de insumos e defensivos agrícolas, com predominância par as lavouras de arroz irrigado nos trechos de montante e médio.

Em relação à ocupação em encostas de morros e ocorrências de deslizamentos, a Bacia do Rio Gravataí é privilegiada por apresentar uma topografia mais plana nas áreas urbanas, com exceções apenas em localidades nos municípios de Santo Antônio da Patrulha, Viamão e Gravataí.

A preservação dos recursos hídricos destaca-se negativamente nas sub-bacias de jusante (Arroios Barnabé, Demétrio e Brigadeira pela margem direita e Arroios Fiúza, Águas Belas, Feijó e da Areia pela Margem esquerda), cuja região densamente urbanizada apresenta grandes fragilidades, principalmente com relação à degradação de APPs pela ocupação irregular das margens e lançamento de efluentes domésticos sem tratamento e de resíduos sólidos.

Nas áreas de cultivo e produção de arroz, nas últimas décadas ocorreu um rápido processo de erosão, que pode levar a perda significativa do solo e o consequente processo de voçorocamento dos canais de drenagem do Banhado Grande.

A erosão é um processo de degradação do solo fortemente ligado a atividades da agricultura, e no caso da APABG, a rizicultura ocupa uma área plana significativa, ocupando mais de 20.000 ha, predominantemente na área denominada Sistema Banhado Grande (entre o próprio Banhado Grande e o Banhado dos Pachecos). No ano de 2003 a erosão mapeada possuía uma área de abrangência de 1.409 m² e passou para 8.814 m² em 2012.

Estes números ficam evidentes, quando apresentada a sobreposição dos limites das voçorocas em diferentes anos, que existe um intenso processo de alargamento lateral, confirmados através do levantamento aerofotogramétrico com voo de 2015, do presente estudo.

O processo erosivo está associado ao contorno do fluxo da água superficial nos meses com grandes precipitações, e o alargamento da erosão está associado ao carregamento das partículas de solo por influência do fluxo da água do lençol freático.

Conforme apresentado anteriormente, por questões emergenciais, o Ministério Público do Rio Grande do Sul, Promotoria Regional Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, em conjunto com Prefeituras, Metroplan e Consórcio fizeram reunião em agosto próximo passado definindo implementação imediata de projeto de combate a erosão elaborado pela UFRGS (Prof. Laurindo).

A retirada de água do Banhado para a utilização na rizicultura também parece contribuir como a principal causa para diferenças espaço-temporais da vegetação.

No período de verão, quando ocorre a maior retirada de água do Banhado, pode ocorrer um aumento anômalo da produção primária de macrófitas aquáticas, porque a água que retorna ao Banhado pode conter um maior aporte de nutrientes oriundos de zonas de cultivo de arroz em áreas adjacentes ao Banhado Grande.

Assim no que diz respeito à parte ambiental nos próximos produtos deve-se verificar alternativas para minimizar a erosão da Bacia, bem como para a renaturalização do Banhado e a regularização de suas vazões.

11 ANEXOS - FIGURAS

Algumas figuras foram ampliadas em formato A3, para uma melhor resolução visual conforme listagem a seguir:

Prancha	Identificação no Selo	Arquivo	Escala	RELATÓRIO	
				Fig	Nome
2	Delimitação da área da Bacia do Rio Gravataí com hidrografia principal	Fig.2_Delimitacao_hidro.jpg	1:240.000	2	Delimitação da área da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí com hidrografia principal
3	Detalhe da hidrografia na região canalizada do Rio Gravataí	Fig.3_Detalhe_canaliz.jpg	1:70.000	3	Detalhe da hidrografia na região canalizada do Rio Gravataí
4	Proposta do IPH para a divisão de Sub-bacias do rio Gravataí	Fig.12_Subbacias_IPH.jpg	1:240.000	12	Proposta de divisão de Sub-bacias do Rio Gravataí
5	Sobreposição da bacia ottocodificada nível 6 da ANA com bacias do PRH Gravataí	Fig.13_Bacia_ottocodificada.jpg	1:250.000	13	Sobreposição da bacia ottocodificada nível 6 da ANA com bacias do PRH Grav
6	Mapa das Sub-bacias Hidrográficas do Rio Gravataí - Base Cartográfica dos PMS	Fig.14_Subbacias_PMS.jpg	1:240.000	14	Mapa das sub-bacias hidrográficas gerado no Produto 5 - Base de Dados
7	Unidades geológicas na Bacia do Rio Gravataí	Fig.16_Unidades_geologicas.jpg	1:240.000	16	Unidades geológicas na Bacia do Rio Gravataí
8	Classes pedológicas das sub-bacias do Rio Gravataí	Fig.19_Solos.jpg	1:240.000	19	Mapa das classes pedológicas das sub-bacias do Rio Gravataí
9	Hidrografia das Sub-bacias do Rio Gravataí segundo PBH-GRV	Fig.20_Hidro_subbacias.jpg	1:240.000	20	Mapa da hidrografia das sub-bacias do Rio Gravataí
10	Uso do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí	Fig.21_Uso_solo.jpg	1:250.000	21	Uso do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí
11	Classificação dos setores censitários com estimativa da expansão urbana nas sub-bacias do Rio Gravataí	Fig.35_Class_setores_censit.jpg	1:250.000	35	Mapa da classificação dos setores censitários conforme Censo Demográfico de 2010
14	Mapa das Estações Fluviométricas da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí	Fig.110_estacoes_fluvio (1).jpg	1:250.000	110	Estações fluviométricas adotadas pelo PRH-GRV
15	Limites municipais na bacia do Rio Gravataí	Fig.34_municipios_bacia.jpg	1:250.000	34	Mapa dos municípios que compõe a Bacia do Rio Gravataí
16	Evolução da mancha urbana na Bacia do Gravataí - 1975-2010	Fig.37_Evol_mancha_urb.jpg	1:250.000	37	Mapa da evolução da mancha urbana

Prancha	Identificação no Selo	Arquivo	Escala	RELATÓRIO	
				Fig	Nome
17	Zoneamento de usos do solo na Bacia do Rio Gravataí	Fig.39_PD_Zoneam_cjnto.jpg	1:250.000	39	Planejamento urbano dos municípios que compõem a bacia
17b	Zoneamento de usos do solo na Bacia do Rio Gravataí - Legendas		1:250.000		
18	Áreas de ocupação informal e locais de inundação, segundo jornal e entrevista com a população afetada na Bacia do Rio Gravataí	Fig.75-76_PCAAs_informalalidade.jpg	Diversas	75	Áreas de ocupação informal - Detalhe em Canoas, Cachoeirinha e Gravataí
				76	Áreas de ocupação informal - Detalhe Alvorada Porto Alegre e Viamão

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí)

12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCORDI, I. (2003a). Estrutura espacial e sazonal da Avifauna e considerações sobre a conservação de Aves aquáticas em uma área úmida no Rio Grande do Sul, Brasil. PPG em Ecologia/UFRGS. Dissertação de Mestrado, 158 p.

ACCORDI, I. (2003b) O Complexo Banhado Grande como uma área de importância internacional. In: The RAMSAR Convention on Wetlands. Ramsar, Irã.

Disponível em <http://www.ramsar.org/index.html>.

AEBA - Associação dos Ex-bolsistas na Alemanha para o Comitê de Bacia. Proposições sobre Problemas Localizados nos Banhados do Rio Gravataí.

AGUIAR, Raquel. Estiagem: como conviver com esse fenômeno? Extensão Rural e Desenvolvimento Sustentável. Porto Alegre, v.1 n.4, nov/dez 2005.

AGRAR - Und Hydrotechnik GMBH Essen. Estudos Básicos e Pesquisas Especiais na Região do Rio Gravataí. 1971.

ANA- Agencia Nacional de Águas-Ottobacias

Disponível em <http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?List=ccb75a86-bd5a-4853-8c76-cc46b7dc89a1&ID=12392>

ANA- Agencia Nacional de Águas. Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas

Disponível em http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnl/ arquivos/a-n-a.pdf

ARONSON, J.; DURIGAN, G.; BRANCALION, P.H.S. Conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração ecológica. Série Registros, São Paulo, n. 44, p. 1–38, 2011.

BOENI, A.F. Caracterização florística e fitossociológica de uma área em processo de restauração florestal comparada a uma área em sucessão secundária (regeneração natural) no Sul do Brasil. 2016. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2016. 208 p.

BRANCALION, P.H.S.; GANDOLFI, S; RODRIGUES, R.R. Restauração Florestal. São Paulo: Oficina de textos, 2015. 432 p

BRASIL - Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 - Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

BRENNER, V.C.; GUASSELLI, L.A. Análise da viabilidade do processo de renaturalização de um trecho do canal retificado do Rio Gravataí, Rio Grande do Sul, Brasil. 5º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, MS. Anais: EMBRAPA/INPE, 2014

BRENNER, V.C.; GUASSELLI, L.A. Índice de diferença normalizada da água (NDWI) para identificação de meandros ativos no leito do canal do Rio Gravataí/RS – Brasil. XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, João Pessoa, PB. Anais: INPE, 2015.

BRENNER, V.C. Proposta metodológica para renaturalização de trecho retificado do Rio Gravataí - RS. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2016

CARVALHO, A. B. P.; OZORIO, C. P. Avaliação sobre os banhados do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, v. 1, p. 83-95, 2007.

CABRAL, I.L.L. 2004. Depressões interfluviais e voçorocas articuladas à rede de drenagem: O exemplo das bacias dos rios Ibicuzinho, Areal do Paredão, Cacequi, Santa Maria e Ibicuí. São Paulo: USP. Tese de Doutorado em Geografia, Dep. de Geografia, FFLCH/USP. 2004. Universidade de São Paulo.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL – Programa “Saneamento para Todos

Disponível em

http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/assistencia_tecnica/produtos/financiamento/saneamento_para_todos/

CONSÓRCIO PRÓ-SINOS. Plano Municipal de Saneamento de Cachoeirinha. São Leopoldo,

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento.

Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>

CORNELINI, P. e SAULI, G. (2001). L' Ingegneria Naturalistica nelle aree mediterranee. Interventi di Ingegneria Naturalistica nel Parco Nazionale del Vesuvio, Ente Parco Nazionale del Vesuvio, San Sebastiano al Vesuvio, Napoli, Italia.

DNOS (DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS E SANEAMENTO) (1985b). Planejamento Integrado dos Recursos Hídricos da Bacia do Rio Gravataí. Projeto de coordenação técnica Brasil - Alemanha. Estudos integrados de bacias hidrográficas, v.1, 3, 34 p.

ETCHELAR, B. C. Análise do Processo Erosivo no Banhado Grande, APA do Banhado Grande, Município de Glorinha – RS. Trabalho de conclusão de curso – Departamento de Geografia, UFRGS. Porto Alegre. 2014.

FERNANDES, J.P (1987). O Projecto construtivo em Engenharia Biofísica. Universidade de Évora, DPBP, Évora.

FEPAM/RS - Fundação Estadual de Proteção Ambiental

Disponível em <http://www.fepam.rs.gov.br/>

GOVERNO FEDERAL -Ministério do Meio Ambiente Secretaria Recursos Hídricos PNRH

Disponível em

<http://www.mi.gov.br/documents/10157/3675235/PLANO+NACIONAL+DE+RECURSOS+HIDRICOS.pd/a8a83f9a-5e31-4da1-96b4-4edafe55c5cf>

GOVERNO FEDERAL -Ministério do Meio Ambiente Plano estratégico Nacional de Áreas Protegidas. Disponível em

http://www.mma.gov.br/estruturas/205/_arquivos/planonacionaareasprotegidas_205.pdf

GOVERNO FEDERAL -Ministério das Cidades Programa Drenagem Urbana Sustentável;

Disponível em

http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/Manual_de_Drenagem_2012.pdf

GERMANO A., SOTÉRIO, P. SECA: Escassez Hídrica ou Escassez de Infra-Estrutura

Disponível em

<http://www.cprm.gov.br/rehi/simposio/pa/SECA%20ESCASSEZ%20HIDRICA%20OU%20ESCASSEZ%20DE%20INFRA-ESTRUTURA.pdf>

GUASSELLI L. A. et al. Os impactos do cultivo de arroz irrigado sobre as áreas úmidas da Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande do Rio Gravataí – RS - Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

HANKE, A. K. et al. Bacia Hidrográfica Do Rio Gravataí: Estudos E Proposições. Disponibilizado pela Metroplan. Associação de Ex-bolsistas da Alemanha – AEBA, 2013.

INGEGNOLI, V. Fondamenti di ecologia del paesaggio. Torino: Cittàstudi Edizioni, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. (2000). Banhados. Disponível em: <http://www.ibama.com.br>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), CENSO DEMOGRAFICO 2010

Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), Projeto Radambrasil

IRGANG, B. E.; GASTAL Jr., C. V. S. (1996) Macrófitas aquáticas da planície costeira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Edição dos autores, 290p

ISERNHAGEN, I. (Ed.). Pacto pela restauração da Mata Atlântica: Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009b. p. 87–126

ISERNHAGEN, I.; BRANCALION, P.H.S.; RODRIGUES, R.R.; NAVE, A.G; GANDOLFI, S. Diagnóstico ambiental das áreas a serem restauradas visando a definição de metodologias de restauração florestal. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P.H.S.

LEITE, M. G., Análise espaço - temporal da dinâmica da vegetação no Banhado Grande, Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, RS. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Geografia como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.

MELLO, L. P. Percepção da Paisagem e Conservação Ambiental no Banhado Grande do Rio Gravataí (RS). São Paulo. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 1998.

METZGER JEAN PAUL, GOLDENBERG RENATO, BERNACCI LUIS CARLOS. Diversidade e estrutura de fragmentos de mata de várzea e de mata mesófila semidecídua.

Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84041998000300012

MINISTERIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres. Disponível em <https://s2id.mi.gov.br/>

MINISTERIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB – (2013)

NASA/USGS, 2000

Disponível em <https://lta.cr.usgs.gov/SRTM1Arc>

Disponível em

<https://www.nasa.gov/content/goddard/nasa-usgs-landsat-data-yield-best-view-to-date-of-global-forest-losses-gains/>

NAVEH, Z. Interactions of landscapes and cultures. Landscape and Urban Planning, n. 32, p. 43- 54, 1995.

OLIVEIRA, Gilvan S. O El Niño e Você - o fenômeno climático -. Editora Transtec - São José dos Campos (SP), março de 2001.

OLIVEIRA, M. de L. A. A. de, BALBUENO, R. A. e SENNA, R. M. Levantamento florístico de fragmentos florestais na bacia hidrográfica do Rio Gravataí, Rio Grande do Sul, Brasil.

OLIVEIRA, HILDA ALICE. Corredores ecológicos Disponível em

http://pwweb2.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/curicaca/usu_doc/trabalho_corredor_cervo_cbuc.pdf

PORTO ALEGRE, DEPARTAMENTO DE ESGOTOS PLUVIAIS. Plano Diretor de Drenagem Urbana - Manual de Drenagem Urbana. Relatório Técnico. Porto Alegre: IPH/DEP, 2005.

PORTO ALEGRE, DEPARTAMENTO DE ESGOTOS PLUVIAIS. Elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana (3ª Etapa) e Atualização e Complementação Cadastral, no Município de Porto Alegre – Bacia do Arroio Feijó. Relatório Técnico. Porto Alegre: Ecoplan/DEP, 2011.

PORTO ALEGRE, DEPARTAMENTO DE ESGOTOS PLUVIAIS. Elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana (3ª Etapa) e Atualização e Complementação Cadastral, no Município de Porto Alegre – Bacia do Arroio Santo Agostinho. Relatório Técnico. Porto Alegre: Ecoplan/DEP, 2011.

PORTO ALEGRE, DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS. Dados Gerais - Edição 2016. Relatório Técnico. Porto Alegre: DMAE, 2016.

RIO GRANDE DO SUL - Decreto Nº 38.971/1998. Cria a Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande, e dá outras providências.

RIO GRANDE DO SUL EMATER/RS-ASCAR, Adão Bertier Rodrigues. Disponível em

http://www.educacional.com.br/upload/blogsite/6209/6209315/25025/03-reportagem_estiagem562011212638.pdf

RIO GRANDE DO SUL, SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS. Estudos Básicos e Pesquisas Especiais na Região do Rio Gravataí. Essen, Alemanha: Agrar und Hydrotechnik, 1971

RIO GRANDE DO SUL, SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, Departamento de Recursos Hídricos. Plano de Bacia do Rio Gravataí. Porto Alegre: SEMA, 2012.

RIO GRANDE DO SUL, SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, Departamento de Recursos Hídricos. Plano Estadual de Recursos Hídricos. Porto Alegre.

RIO GRANDE DO SUL, SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE/PERS-RS/2015 Plano Estadual de Resíduos Sólidos.

Disponível em <http://www.pers.rs.gov.br/>

SANTOS, C. N. dos. El Niño, La Niña e a erosividade das chuvas no Estado do Rio Grande do Sul. Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Pelotas/RS, 2008.

SCP/RS, 2005 Secretaria de Controle e Planejamento do RS

Disponível em <http://www.atlassocioeconomico.rs.gov.br/inicial>

SEADS/ DRH, 2015– Secretaria Estadual do Meio Ambiente

Disponível em

https://www.google.com.br/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=SEDS/DRH+%E2%80%93+Secretaria+Estadual+do+Meio+Ambiente&*>

SCHIECHTL, M.H. & STERN, R. (1992). Ground Bioengineering Techniques for slope protection and erosion control. Blackwell Science Ltd, UK.

SELMAN, P.; DOAR, N. An Investigation of the Potential for Landscape Ecology to act as Basis for Rural Land Use Plans. Journal of Environmental Management, v.35, p.281-99, 1992.

SCHEREN, R.S, 2014, Urbanização na Planície de Inundação do Rio Gravataí – RS
Dissertação de Mestrado UFRGS

SOUZA, L. F. Estudo acerca da cobertura vegetal nas zonas ciliares do principal corpo hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí. PARECER DAT-MA Nº 0629/2008, Unidade de Assessoramento Ambiental; Geoprocessamento – Bacias Hidrográficas. Porto Alegre, 2008.

SPONGA, M. e COELHO, I. Recuperação de Voçoroca no Jardim Botânico de Goiânia com Uso de Técnicas de Engenharia Naturalística. Colaboração: Rafael FARAH; Empresa: Vertical Green do Brasil Ltda.

TUCCI CARLOS E. M. Gestão da drenagem urbana. Textos para Discussão Cepal • Ipea

TREMOCEIRO, J. (1999). Projectos de Engenharia Biofísica I e II. Universidade de Évora, DPBP, Évora.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (2002) Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Identificação das alternativas possíveis e prováveis para regularização das vazões do Rio Gravataí. Porto Alegre: CPRM. P. 1- 8.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL Centro de Ecologia. Mapeamento da cobertura vegetal do Bioma Pampa: Ano-base 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL Sensores e Plataformas Orbitais - UFRGS

Disponível em <http://www.ufrgs.br/engcart/PDASR/sensores.html>