ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Contrato nº 003/2015

COHIDRO consultoria estudos projetos

MJ ENGENHARIA

encop

ETAPA - RELATÓRIO DIAGNÓSTICO

PRODUTO Nº 6- DIAGNÓSTICO



JULHO/2017

R01

Contrato n.º **003/2015**	**ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS**
DOCUMENTO N.º **RT-EB-07-2017-RHS-001-01**	**PRODUTO 6 - DIAGNÓSTICO** **RELATÓRIO FINAL**

Revisão	Data	Descrição	Elaborado p/	Aprovado p/	Status
R00	05/08/2016	Emissão inicial	Consórcio Sinos	METROPLAN	A revisar
R01	17/07/2017	Atendendo Parecer Metroplan	Consórcio Sinos	METROPLAN	Para aprovação

Elaboração	Cliente	Responsáveis Técnico
CONSÓRCIO SINOS	METROPLAN	Eng.º ORGEL CARVALHO FILHO CREA RS 087284 Eng.º LUCIANO BEZERRA CREA RS 055454 Eng.º WELLINGTON COIMBRA LOU CREA RJ 22414-D

EQUIPE TÉCNICA

Equipe Principal:

Eng. Orgel de Oliveira Carvalho Filho;

Eng. Ricardo de Magalhães Santiago;

Eng. Luciano Bezerra da Silva;

Eng. José Carlos Leite Diehl;

Eng. Wellington Coimbra Lou;

Eng. José Augusto Jordão Castro;

Arq. Clarice Debiagi;

Soc. Roseli Kepeler.

Equipe Complementar:

Eng. 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 13
1.1 Contexto do Produto 6 - Diagnóstico 15
1.2 Introdução do Produto 6 - Diagnóstico 17
2 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS 19
2.1 Área de Abrangência do Estudo 19
2.2 Unidades de Planejamento do PRH-SINOS 22
2.2.1 Macrounidades 23
2.2.2 Microunidades (Sub-Bacias) 24
2.3 Dados Físicos das Unidades de Planejamento 29
2.3.1 Geologia e Geomorfologia 30
2.3.2 Hidrogeologia 37
2.3.3 Relevo e Pedologia 43
2.3.4 Fisiografia das Sub-bacias 46
2.3.5 Usos e Ocupação Atual do Solo na Bacia 50
2.4 Síntese do Plano da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos 59
2.4.1 Diagnóstico dos Recursos Hídricos 59
2.4.2 Prognóstico dos Recursos Hídricos 64
2.4.3 Processo de Enquadramento 68
2.4.4 Plano de Ações para a Bacia Hidrográfica 69
3 PLANEJAMENTO URBANO E DE INFRAESTRUTURA 85
3.1 Evolução Urbana na Bacia 89
3.2 Planejado (Planos Diretores Urbanísticos) 97
3.2.1 Araricá 101
3.2.2 Campo Bom 101
3.2.3 Canoas 102
3.2.4 Caraá 104
3.2.5 Estância Velha 104
3.2.6 Esteio 105
3.2.7 Igrejinha 105
3.2.8 Nova Hartz 106
3.2.9 Nova Santa Rita 106
3.2.10 Novo Hamburgo 107
3.2.11 Parobé 108
3.2.12 Portão 108
3.2.13 Riozinho 109
3.2.14 Rolante 109
3.2.15 São Leopoldo 109
3.2.16 Sapiranga 110

3.2.17 Sapucaia do Sul 112
3.2.18 Taquara 113
3.2.19 Três Coroas 113
3.3 Interfaces e Compartilhamentos de Sub-Bacias 114
3.3.1 Limites Municipais e Planejamento Urbano 114
3.4 Atual (Cidade de Fato) 133
3.5 Evolução Urbana, Inundações Ribeirinhas e Sistema de Drenagem 135
3.5.1 Desenvolvimento Urbano e Drenagem 136
3.5.2 Inundações Naturais e as Áreas Urbanizadas 139
3.5.3 Vulnerabilidade das Áreas de Ocupação Regular e Irregular 142
4 DRENAGEM URBANA E INUNDAÇÕES RIBEIRINHAS 144
4.1 Definições e Legislação Aplicável 144
4.2 Avaliação de Planos e Estudos 146
4.2.1 Avaliação do Plano de Bacia do Rio dos Sinos 147
4.2.2 Avaliação Geral dos PMSB 148
4.2.3 Avaliação dos Estudos Hidrológicos do Projeto da Rodovia BR-448 151
4.3 Sistemas de Micro e Macrodrenagem na Bacia 158
4.3.1 Micro e Macrodrenagem de Araricá 162
4.3.2 Micro e Macrodrenagem de Campo Bom 164
4.3.3 Micro e Macrodrenagem de Canoas 165
4.3.4 Microdrenagem de Caraá 167
4.3.5 Micro e Macrodrenagem de Estância Velha 169
4.3.6 Micro e Macrodrenagem de Esteio 170
4.3.7 Micro e Macrodrenagem de Igrejinha 173
4.3.8 Micro e Macrodrenagem de Nova Hartz 174
4.3.9 Micro e Macrodrenagem de Nova Santa Rita 176
4.3.10 Micro e Macrodrenagem de Novo Hamburgo 178
4.3.11 Micro e Macrodrenagem de Parobé 180
4.3.12 Micro e Macrodrenagem de Portão 182
4.3.13 Micro e Macrodrenagem de Riozinho 184
4.3.14 Micro e Macrodrenagem de Rolante 186
4.3.15 Micro e Macrodrenagem de São Leopoldo 188
4.3.16 Micro e Macrodrenagem de Sapiranga 191
4.3.17 Micro e Macrodrenagem de Sapucaia do Sul 192
4.3.18 Micro e Macrodrenagem de Taquara 194
4.3.19 Microdrenagem de Três Coroas 194
4.4 Sistema de Proteção Contra Cheias - SPCC 196
4.4.1 SPCC de Canoas 197
4.4.2 SPCC de Novo Hamburgo e São Leopoldo 204
4.5 Cheias e Prejuízos Associados 207

4.5.1 Características da Precipitação 208
4.5.2 Inundações Recentes 209
4.6 Erosão e Produção de Sedimentos na Bacia 216
4.7 Prestação dos Serviços de Manejo das Águas Pluviais na Bacia 220
4.7.1 Interfaces de Planejamento e Fiscalização 220
4.7.2 Investimentos para Universalização e Fontes de Recursos 227
5 SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO – SES 236
5.1 Definições e Legislação Aplicável 236
5.2 Características Gerais do Esgotamento Sanitário na Bacia 238
5.3 Situação atual do esgotamento sanitário 238
5.4 Sistema de Esgoto Existente e Planejado por Município 240
5.4.1 Três Coroas 240
5.4.2 Igrejinha 241
5.4.3 Caraá 242
5.4.4 Riozinho 242
5.4.5 Rolante 242
5.4.6 Taquara 243
5.4.7 Parobé 244
5.4.8 Araricá 246
5.4.9 Nova Hartz 247
5.4.10 Sapiranga 247
5.4.11 Campo Bom 248
5.4.12 Novo Hamburgo 250
5.4.13 Estância Velha 252
5.4.14 São Leopoldo 254
5.4.15 Portão 255
5.4.16 Nova Santa Rita 257
5.4.17 Esteio e Sapucaia do Sul 258
5.4.18 Canoas 259
5.5 Expansão do atendimento com recursos do PAC 262
5.5.1 Condicionantes para a implantação dos projetos 266
5.6 Qualidade da água e impactos ambientais 271
5.6.1 Monitoramento da qualidade da água 271
5.7 Conclusões sobre Esgotamento Sanitário 273
6 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS 275
6.1 Definições e Legislação Aplicável 275
6.2 Estudos e Planos sobre Resíduos Sólidos na Bacia 276
6.3 Avaliação Geral dos Serviços Prestados, Indicadores e Impacto na Drenagem 278
6.3.1 Araricá 285
6.3.2 Campo Bom 286

6.3.3 Canoas 291
6.3.4 Caraá 298
6.3.5 Estância Velha 300
6.3.6 Esteio 303
6.3.7 Igrejinha 305
6.3.8 Nova Hartz 307
6.3.9 Nova Santa Rita 309
6.3.10 Novo Hamburgo 310
6.3.11 Parobé 313
6.3.12 Portão 314
6.3.13 Riozinho 315
6.3.14 Rolante 317
6.3.15 São Leopoldo 318
6.3.16 Sapiranga 321
6.3.17 Sapucaia do Sul 323
6.3.18 Taquara 326
6.3.19 Três Coroas 328
6.4 Avaliação Econômica: Receitas e Investimentos 330
6.5 Considerações sobre Resíduos Sólidos 334
7 CENÁRIOS DE IMPACTOS E ASPECTOS INTEGRADOS E CONCLUSÕES 339
8 ANEXOS - FIGURAS 349
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 352

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Regiões hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul 20
Figura 2 - Mapa de situação da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos 21
Figura 3 - Segmentação da Bacia Hidrográfica em sub-bacias 24
Figura 4 - Mapa das sub-bacias e microbacias do Rio dos Sinos 28
Figura 5 - Unidades geomorfológicas da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos 32
Figura 6 - Mapa de altimetria da Bacia 34
Figura 7 - Modelados e formas de relevo predominantes na Bacia 35
Figura 8 - Mapa hidrogeológico e de poços de captação da água subterrânea na Bacia 38
Figura 9 - Mapa de lineamentos morfo-estruturais na Bacia 42
Figura 10 - Mapa de densidade de fraturas da Bacia 42
Figura 11 - Mapa dos tipos de solos por sub-bacia na Bacia 44
Figura 12 - Hidrografia das sub-bacias 49
Figura 13 - Área de florestamento de cobertura vegetal nativa no município de Riozinho 52
Figura 14 - Uso do solo e cobertura vegetal – Situação no ano de 2002 53
Figura 15 - Usos do solo na Bacia -2008/2009 54
Figura 16 - Áreas de rizicultura - divergências entre os dados da UFRGS/2009 e PRH-SINOS/2014 55
Figura 17 - Usos do solo na Bacia -Projeto MONALISA - 2008 58
Figura 18 - Estações pluviométricas das sub-bacias do Rio dos Sinos 60
Figura 19 - Situação dos Balanços Hídricos - disponibilidade hídrica de Q85% 63
Figura 20 - Situação dos Balanços Hídricos - disponibilidade hídrica de Q90% 63
Figura 21 - Localização dos reservatórios estudados 65
Figura 22 - Enquadramento da Bacia dos Sinos aprovado em 2003 (Fonte: PRH-SINOS) 68
Figura 23 - Enquadramento da Bacia 69
Figura 24 - Localização da área em estudo no trecho entre a foz e o rio Paranhana 75
Figura 25 - Perfil longitudinal ao longo do trecho estudado 75
Figura 26 - Localização das seções transversais 76
Figura 27 - Definição dos conceitos de enchente, inundação e alagamento 89
Figura 28 - Evolução da Mancha Urbana na Bacia entre 1967- 2009 91
Figura 29 - RMPA e principais centros urbanos a partir do desenvolvimento industrial 91
Figura 30 - Zoneamento de usos do solo na Bacia 97
Figura 31 - Macrozoneamento e indicadores de urbanização 98
Figura 32 - Macrozoneamento na Bacia 99
Figura 33 - Macrozonas de Canoas. 102
Figura 34 - Interface Nova Santa Rita – Canoas 114
Figura 35 - Interface Canoas - Esteio 115
Figura 36 - Interface Esteio – Sapucaia do Sul 116
Figura 37 - Interface Esteio – Nova Santa Rita 117
Figura 38 - Interface Sapucaia do Sul – São Leopoldo 118
Figura 39 - Interface Nova Santa Rita - Portão 119
Figura 40 - Interface Portão – São Leopoldo 120
Figura 41 - Interface Portão – Estância Velha 121
Figura 42 - Interface Estância Velha – São Leopoldo 122
Figura 43 - Interface Estância Velha – Novo Hamburgo 123
Figura 44 - Interface Novo Hamburgo – São Leopoldo 124
Figura 45 - Interface Novo Hamburgo – Campo Bom 125
Figura 46 - Interface Novo Hamburgo – Taquara 126

Figura 47 - Interface Campo Bom - Sapiranga 127
Figura 48 - Interface Sapiranga - Araricá 128
Figura 49 - Interface Araricá – Nova Hartz 129
Figura 50 - Interface Araricá - Parobé e Araricá - Taquara 130
Figura 51 - Interface Taquara - Parobé 131
Figura 52 - Interface Taquara - Igrejinha 132
Figura 53 - População por município da Bacia 134
Figura 54 - Densidade populacional por setores censitários na Bacia 135
Figura 55 - Expansão Urbana e Drenagem: Canoas, Esteio, Sapucaia do Sul e Nova Sta. Rita 136
Figura 56 - Expansão Urbana e Drenagem:São Leopoldo e Novo Hamburgo 137
Figura 57 - Expansão Urbana e Drenagem: Portão, Estância Velha e Campo Bom 138
Figura 58 - Expansão Urbana e Drenagem: Sapiranga, Araricá, N.Hartz, Parobé, Taquara 139
Figura 59 - Densidade demográfica e pontos críticos de alagamento na Bacia 140
Figura 60 - Distribuição de renda e pontos críticos de alagamento na Bacia 140
Figura 61 - Áreas de ocupação informal – Detalhe em diversos municípios 142
Figura 62 - Canais de macrodrenagem de Araricá 163
Figura 63 - Canais de macrodrenagem de Campo Bom 164
Figura 64 - Canais de macrodrenagem de Canoas/RS 167
Figura 65 - Canais de macrodrenagem de Caraá 168
Figura 66 - Canais de macrodrenagem de Estância Velha/RS 170
Figura 67 - Mancha de inundação: Situação atual e chuvas com TR=25 anos (Cota=7,5m) 172
Figura 68 - Canais de macrodrenagem de Esteio 173
Figura 69 - Canais de Macrodrenagem de Igrejinha 174
Figura 70 - Canais de Macrodrenagem de Nova Hartz/RS 175
Figura 71 - Canais de Macrodrenagem de Nova Santa Rita/RS 177
Figura 72 - Canais de macrodrenagem de Novo Hamburgo 180
Figura 73 - Canais de macrodrenagem de Parobé 181
Figura 74 - Canais de macrodrenagem de Portão 183
Figura 75 - Canais de macrodrenagem de Rolante 187
Figura 76 - Organograma da CDU de São Leopoldo 188
Figura 77 - Canais de macrodrenagem de São Leopoldo 190
Figura 78 - Canais de macrodrenagem de Sapiranga 192
Figura 79 - Canais de macrodrenagem de Sapucaia do Sul 193
Figura 80 - Canais de macrodrenagem de Três Coroas 196
Figura 81 - Níveis máximos de inundação do Rio dos Sinos – 1899 à 1995 198
Figura 82 - Definição da cota de prevenção de inundações 199
Figura 83 - Sistemas de proteção contra cheias de Canoas 200
Figura 84 - SPCC's de Porto Alegre, Canoas, Cachoeirinha e Alvorada 203
Figura 85 - Sistemas de proteção contra cheias de Novo Hamburgo e São Leopoldo/ 205
Figura 86 - Sistemas de proteção contra cheias de Novo Hamburgo – Bairro Santo Afonso 205
Figura 87 - Áreas sujeitas a inundações na Bacia 210
Figura 88 - Pontos críticos de inundação ou deslizamento 214
Figura 89 - Bairros e locais de enchente na Bacia segundo reportagens de jornais e FIDE's 216
Figura 90 - Mapa de susceptibilidade à erosão devido a fatores naturais e antrópicos da Bacia 219
Figura 91 - Projeto de SES em Três Coroas 240
Figura 92 - Sistema de Esgotamento Sanitário de Taquara 244
Figura 93 - Sistema de Esgotamento Sanitário Parobé 246
Figura 94 - Sistema de Esgotamento Sanitário Campo Bom 250

Figura 95 - SES de Estância Velha 253
Figura 96 - Sistema de esgotamento sanitário de São Leopoldo 255
Figura 97 - Projeto do SES de Portão 256
Figura 98 - Bacias hidrossanitárias de Canoas e etapas de implantação do PAC 261
Figura 99 - Fases de implementação de projetos de ede SES do PAC - dezembro de 2015 265
Figura 100 - Novas ETE's com Licença de Implantação 268
Figura 101 - Composição Gravimétrica dos resíduos gerado na Bacia 282
Figura 102 - Vista aérea geral da UTRESA em 2009 e 2015 284
Figura 103 - Central de Tratamento e Reciclagem de Campo Bom 288
Figura 104 - Central de Tratamento e Reciclagem de Campo Bo –Ortofoto/2015 289
Figura 105 - Vista Aérea do Aterro da Construção Civil 293
Figura 106 - Aplicativo apresentando mapa com localização dos ecopontos em Canoas 294
Figura 107 - Vista Aérea do antigo aterro sanitário de Canoas e atual estação de transbordo 296
Figura 108 - Pontos de descarte irregular na Fazenda Guajuviras 296
Figura 109 - Aplicação de Mapa com a Localização de Focos de Descarte Irregular de Resíduos 297
Figura 110 - Depósito de lixo na Av. Boqueirão 297
Figura 111 - Depósito de Lixo Av Rio dos Sinos, no Bairro Harmonia 298
Figura 112 - Vista aérea da Central de Resíduos Domésticos 303
Figura 113 - Lixão no bairro Empresa em Taquara, exposto em programa de TV 327

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Dados da Contratante 13
Quadro 2 - Dados do Consórcio 14
Quadro 3 - Dados do Contrato 14
Quadro 4 - Produtos previstos no contrato e status de execução 15
Quadro 5 - Extensão de fronteiras da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos 21
Quadro 6 - Áreas das microunidades da Bacia - unidades de estudo 27
Quadro 7 - Novas áreas calculadas para as sub-bacias do Rio dos Sinos 29
Quadro 8 - Áreas das regiões e unidades geomorfológicas da Bacia 33
Quadro 9 - Áreas relativas dos modelados dentro da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos 36
Quadro 10 - Alguns dados de vazão de poços tubulares da Bacia 41
Quadro 11 - Características fisiográficas das sub-bacias hidrográficas 47
Quadro 12 - Comparação de classes de uso dos solos entre os anos de 1993 e 2009 52
Quadro 13 - Correlação de áreas entre os dados da UFRGS/2009 e PRH-SINOS/2014 56
Quadro 14 - Principais características dos Reservatórios Estudados 65
Quadro 15 - Cenários sem e com regularização de vazões para o Alto Sinos e toda a Bacia 66
Quadro 16 - Cenários Futuros Propostos – Disponibilidades x Demandas - horizonte de 20 anos 66
Quadro 17 - Situação Geral da Bacia do Rio dos Sinos - Balanços Hídricos 67
Quadro 18 - Proposição de Estações Fluviométricas na Bacia dos Sinos 73
Quadro 19 - Situações de alerta 78
Quadro 20 - Documentos disponíveis do diagnóstico do planejamento urbano e de infraestrutura 86
Quadro 21 - Quadro com levantamento histórico 92
Quadro 22 - Evolução da Mancha urbana na bacia em km² - 1967 e 2009 96
Quadro 23 - Macrozoneamento na Bacia 100
Quadro 24 - Estações Fluviométricas selecionadas 152
Quadro 25 - Linhas d'água no Rio dos Sinos conforme simulações da AGRAR 153
Quadro 26 - Resultados das simulações em pontos de interesse ao longo da BR-448 155
Quadro 27 - Extensão das redes de microdrenagem nos municípios da bacia 160
Quadro 28 - Resumo de redes de microdrenagem de Araricá/RS 162
Quadro 29 - Resumo de redes de microdrenagem de Novo Hamburgo 178
Quadro 30 - Registro de desastres naturais na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos 212
Quadro 31 - Destaques relativos ao crescimento populacional 213
Quadro 32 - Resumo das interfaces municipais pelos recursos hídricos na Bacia 221
Quadro 33 - Gestão sobre a Drenagem Urbana por município 223
Quadro 34 - Planejamento, operação, fiscalização e regulação dos serviços de drenagem 226
Quadro 35 - Metas para os anos de 2014 a 2015 Plano Regional de Saneamento Básico da Bacia 228
Quadro 36 - Resumo do diagnóstico regional da Bacia do Rio dos Sinos 229
Quadro 39 - Valores previstos pelos PMSB para investimentos em SIG/Drenagem 232
Quadro 40 - Indicadores do SNIS 2014 para municípios do Sinos 239
Quadro 41 - SES's em operação em Novo Hamburgo 251
Quadro 42 - Plano de expansão do sistema de esgotamento sanitário - CORSAN, 2013 262
Quadro 43 - Contratos no âmbito do PAC referentes a sistemas de esgotamento sanitário 263
Quadro 44 - Licenças de instalação de SES emitidas pela FEPAM em 2014 e 2015 267
Quadro 45 - Simulação do parâmetro coliformes termotolerantes (*) (junto a futuras ETE's 269
Quadro 46 - Resumo dos Dados sobre Coleta de RSU 279
Quadro 47 - Dados sobre a Coleta Seletiva de Resíduos 280
Quadro 48 - Locais de Destinação Irregular de Resíduos em Campo Bom Revitalizados 291

Quadro 49 - Editais para contratação de serviços de resíduos sólidos em Canoas 292
Quadro 50 - Receita e Despesas com Serviços de Limpeza urbana 332
Quadro 51 - Despesa dos Municípios com a Coleta de RSS 333
Quadro 52 - Dados sobre Terceirização da Disposição Final dos RSU 334
Quadro 53 - Problemas e impactos identificados na Bacia 340
Quadro 54 - Análise de causa e efeito entre temas distintos 345

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
FESPSP	Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo
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
PRH-SIN	Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos
PRS-SIN	Plano Regional de Saneamento da Bacia Hidrográfica do Rio 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
SEHADUR	Secretaria de Habitação, Saneamento e Desenvolvimento Urbano do Rio Grande do Sul
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UNISINOS	Universidade do Vale do Rio dos Sinos

1 APRESENTAÇÃO

Este documento é parte integrante dos "Estudo de Alternativas e Projetos para Minimização do Efeito das Cheias na Bacia do Rio dos Sinos", e trata do PRODUTO 06 – DIAGNÓSTICO, conforme descrito no Edital CELIC-RS nº 008/14 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 dos Sinos, 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 dos Sinos)

Quadro 2 - Dados do Consórcio

DADOS DO CONSÓRCIO	
Nome Fantasia	Consórcio Metroplan Bacia Rio dos Sinos
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 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@mjengenharia.com
	ricardo.santiago@mjengenharia.com

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos)

Quadro 3 - Dados do Contrato

DADOS DO CONTRATO	
Termo de Compromisso do Estado do RS com União	0402.532-34/2012-RS
Edital CELIC	RDC 008/14
Número do contrato com a METROPLAN	003/2015
Objeto	Elaboração de estudos e projetos necessários para a gestão de inundações na bacia hidrográfica do Rio dos Sinos
Ordem de início	16 de junho de 2015
Prazo	540 dias Contrato Inicial: 18 meses, termino em 07/12/2016 1º Aditivo: mais 12 meses, término em 07/12/2017

(Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos)

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 e inundações 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 encontrava o desenvolvimento de cada produto no momento do fechamento da presente revisão do "Produto 6 - Diagnóstico".

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	Em execução
13	Análise de Viabilidade das Alternativas	Em execução
14	Consolidação do Conjunto de Intervenções	Não iniciado
15	Plano de capacitação e adequação serviços de gestão águas pluviais	Não iniciado
16	Plano de Ação	Não iniciado
17	Resumo Executivo	Não iniciado
18	Relatório Final	Não iniciado

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

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 nos anexos 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 e mais referenciadas nesse diagnóstico são:

- Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos [PRH-SINOS];
- Planos de Saneamento Básico dos municípios [PMSB]
- Plano Regional de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos [PRS-SINOS];
- 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];

As informações foram sistematizadas tendo como premissa os conceitos de Sistema de Informações Geográficas – SIG, agregando informações à cartografia como: “onde”, “quanto” e “quando”.

Tais dados desta forma compilados, também servirão para subsidiar a elaboração das etapas posteriores dos seguintes produtos do presente ESTUDO:

- PRODUTO Nº 10 - Relatório dos Estudos Hidrológicos
- PRODUTO Nº 11 - Relatório da Simulação Hidráulica e Mapas de Inundação
- PRODUTO Nº 12 - Projetos Conceituais dos Cenários de Intervenção
- PRODUTO Nº 13 - Análise de Viabilidade das Alternativas
- PRODUTO Nº 14 - Consolidação do Conjunto de Intervenções

1.2 Introdução do Produto 6 - Diagnóstico

Para elaboração do diagnóstico foram examinados dados secundários compilados no "PRODUTO 5 - Base de Dados", bem como, dados primários coletados através de entrevistas com as comunidades atingidas.

As informações selecionadas foram as relacionadas à drenagem urbana e às inundações e suas relações com planejamento urbano e infraestrutura, assim como outros serviços públicos.

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

Para tanto foram identificados de acordo com o TR, 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).

Assim, foram relacionados os seguintes temas:

- a bacia hidrográfica do Rio dos Sinos e as alterações históricas significativas relacionadas ao ciclo hidrológico;
- as sub-bacias em unidades de planejamento do PRH-SINOS;
- 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.

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 dos Sinos 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.

Como complemento à caracterização, destaca-se a apresentação de uma síntese do principal documento recente de planejamento regional de recursos hídricos, o Plano dos Recursos Hídricos da Bacia dos Sinos, que é um dos documentos balizadores do presente estudo.

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 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 6 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 7 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 8 identifica as considerações finais e conclusões referentes ao diagnóstico dos problemas de inundações na bacia do Rio dos Sinos, 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 DOS SINOS

A Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 [BRASIL 1997], conhecida como a Lei de Recursos Hídricos ou Lei das Águas, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH).

Em relação a PNRH, a lei definiu como sendo seus objetivos e princípios o seguinte:

- Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- Garantir a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviario, com vistas no desenvolvimento sustentado; e
- Assegurar a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais [Art. 1º].

Nesse sentido, considerando o § V do Artigo 1º, a lei estabelece a bacia hidrográfica como unidade de planejamento em se tratando da gestão das águas, seja no quesito de controle de cheias, ou de disponibilidade hídrica, considerando esta como “unidade territorial para implementação da PNRH e atuação do SNGRH.

2.1 Área de Abrangência do Estudo

Segundo o Departamento de Recursos Hídricos da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (DRH/SEMA-RS) e Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM-RS), o Estado do Rio Grande do Sul está estruturado em três Regiões Hidrográficas, conforme definido na Lei Estadual nº 10.350/1994 [RS 1994], em seu Capítulo VI no Artigo 38, 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 dos Sinos 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 dos Sinos deságua no Delta do Rio Jacuí, onde também afluem, e muito próximos, os Rios Caí e Gravataí.

O exutório da Bacia do Rio dos Sinos contribui diretamente para a Bacia do Lago Guaíba (sul). Dessa forma, verifica-se uma significativa interação entre essas bacias, apesar de ocorrer em uma pequena extensão de fronteira.

A Figura 1 mostra as regiões hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul, e a localização da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, na porção leste do estado.

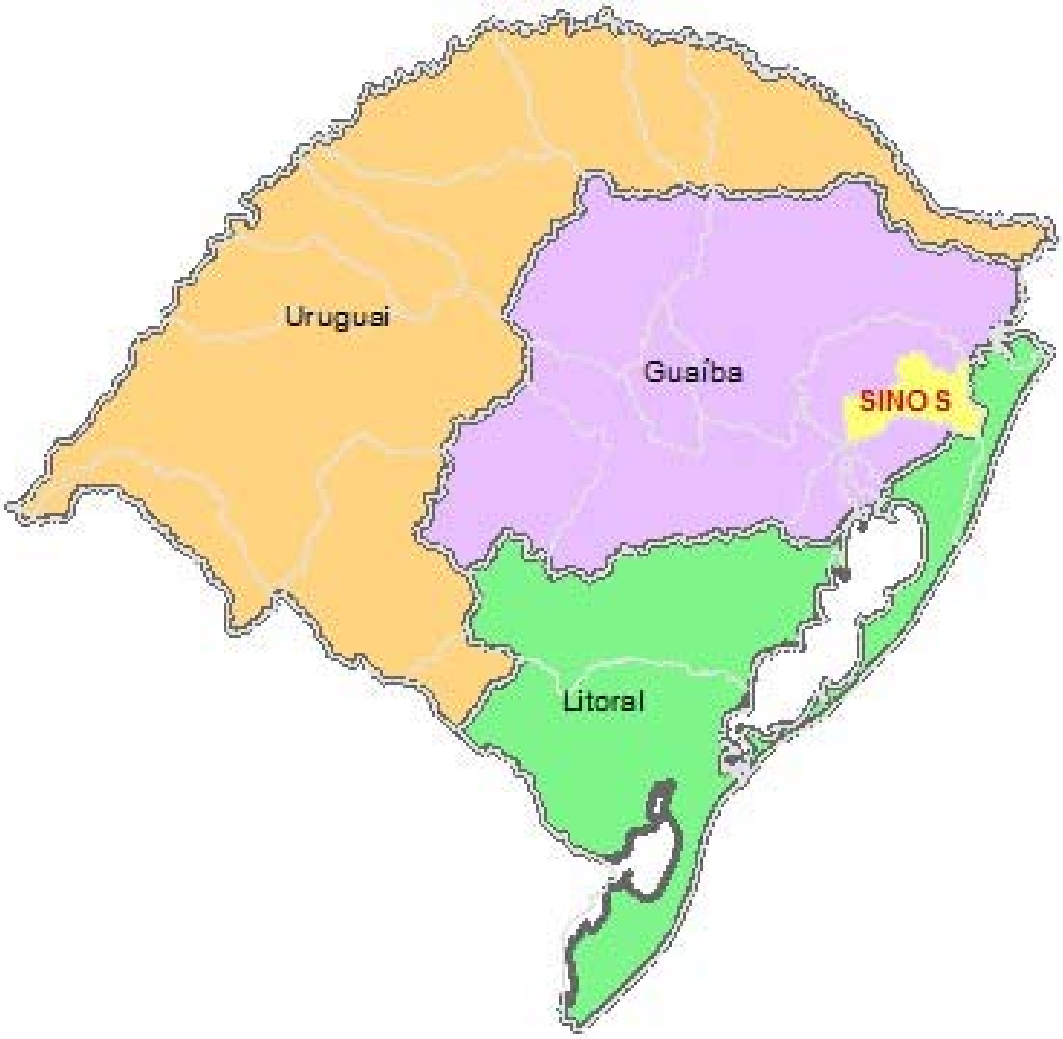


Figura 1 - Regiões hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul
(Fonte: DRH/SEMA, 1994)

A Figura 2 e o Quadro 5 apresentam as bacias hidrográficas limítrofes à Bacia do Rio dos Sinos e a extensão das fronteiras. Verifica-se que as fronteiras mais significativas ocorrem com as bacias do Rio Caí (oeste e norte), Gravataí (sul) e Tramandaí (leste).

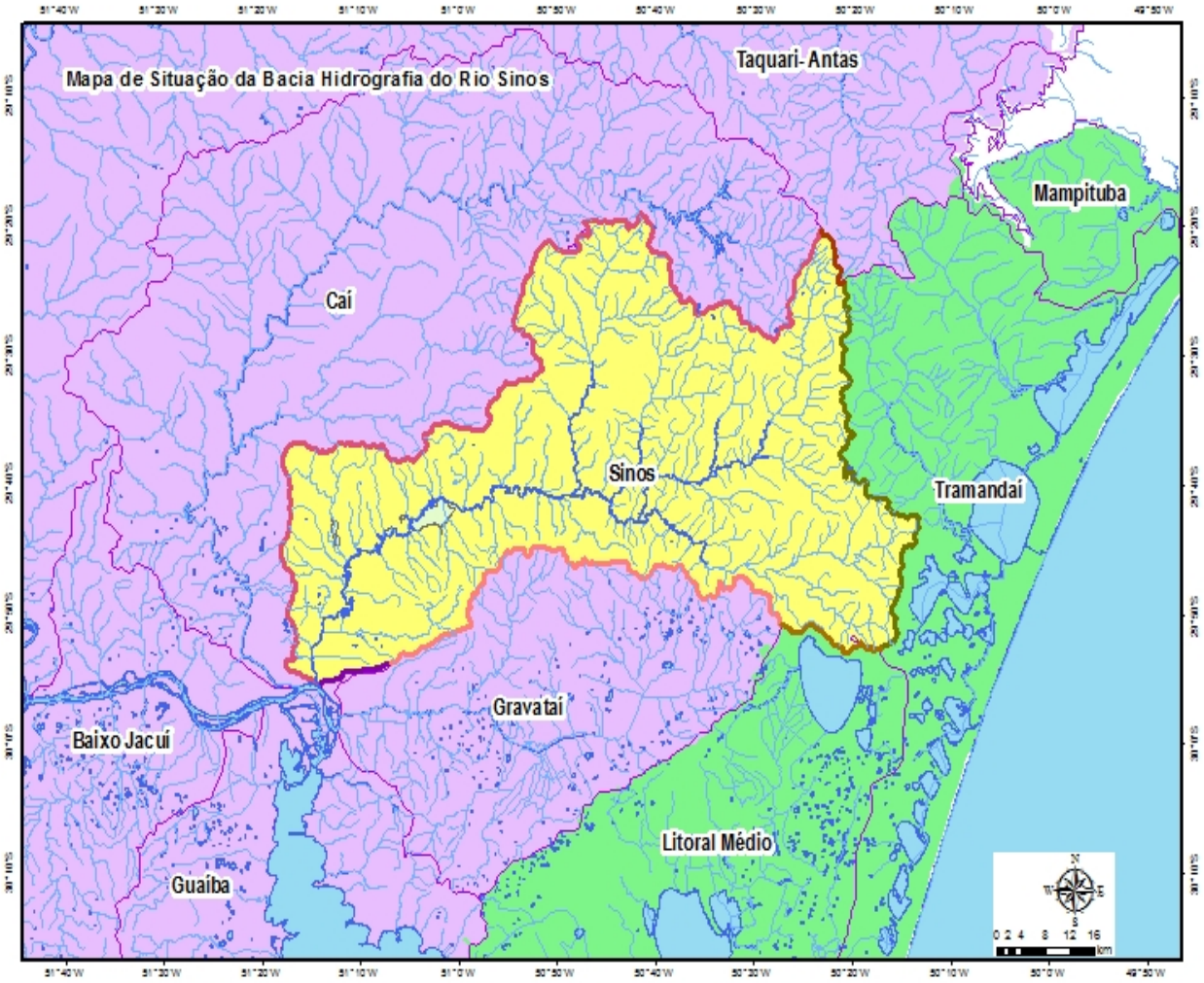


Figura 2 - Mapa de situação da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Quadro 5 - Extensão de fronteiras da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos

BACIA HIDROGRÁFICA	EXTENSÃO APROXIMADA (km)	% REGIÃO HIDROGRÁFICA	% TOTAL
G10 - GRAVATAÍ	93	29%	22%
G30 - CAÍ	206	64%	49%
G40 - TAQUARI / ANTAS	10	3%	2%
G80 - GUAÍBA	13	4%	3%
Total da RH Guaíba	322		76%
L10 - TRAMANDAÍ	79	80%	19%
L20 - LITORAL MÉDIO	20	20%	5%
Total da RH Litorânea	99		24%
Total Divisor de Águas	421		

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

2.2 Unidades de Planejamento do PRH-SINOS

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

O processo de segmentação das unidades de planejamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, conforme proposto pelo PRH-SINOS, considerou a área da bacia de forma integrada, total ou parcialmente nos 32 municípios que compõem a região hidrográfica.

A ótica do planejamento e gestão dos recursos hídricos, foi desenvolvido a partir de diferentes critérios, que abrangeram os seguintes temas:

- Relevo e sub-bacias;
- Segmentação existente e adotada em estudos anteriores;
- Enquadramento proposto;
- Geologia e geomorfologia;
- Usos da água e do solo (cobertura vegetal);
- Ocupação humana;
- Características socioeconômicas;
- Identidade regional;
- Monitoramento hidrológico existente.

É importante destacar, que a definição das unidades de estudo ou planejamento do PRH-SINOS, além dos critérios apresentados acima, seguiu algumas premissas técnicas, tais como:

- Respeitar a macro divisão hidrográfica atualmente aceita (Alto Sinos, Médio Sinos e Baixo Sinos);
- Considerar os padrões homogêneos quanto à ocupação do solo e cobertura vegetal;
- Respeitar os padrões socioeconômicos atuais;
- Atentar para à setorização decorrente da rede hídrica;
- Compreender o reconhecimento popular quanto à identificação regional com determinado curso de água;
- Respeitar o comportamento hidrológico regionalmente diverso;
- Atender à segmentação decorrente do processo de enquadramento;
- Respeitar os padrões topográficos e morfológicos existentes, entre outros.

A escolha dessa divisão se deu em grande parte em função de que diversos estudos técnicos existentes, já adotaram tal segmentação, como por exemplo a formulação da Proposta de Enquadramento das Águas da Bacia do Sinos (2002) e o Balanço Hídrico da Bacia do Rio dos Sinos, estudo integrante do Projeto MONALISA (2006).

O Comitê da Bacia do Rio dos Sinos - COMITESINOS, seguindo essa compartimentação hidrográfica, com suas distintas identidades em termos de relevo, geologia e geomorfologia, usos da água, ocupação do solo, ocupação urbana, identidade regional, entre outros critérios, dividiu a Bacia do Rio dos Sinos em três macrounidades e 21 microunidades (sub-bacias), de acordo com os arroios e rios mais importantes.

Ambas as divisões, com mapas e bases geográficas digitais, encontram-se disponíveis no Produto 5 – Base de Dados desse estudo [EAP-SINOS], contemplando ajustes cartográficos nas fronteiras a partir de uma base de dados mais detalhada.

2.2.1 Macrounidades

A proposta do PRH-SINOS para a divisão dos macro-compartimentos hidrográficos, conforme já dito anteriormente, propõe a divisão da bacia hidrográfica em três trechos, a saber: 1) Alto Sinos; 2) Médio Sinos; e 3) Baixo Sinos.

Cada um desses compartimentos hidrográficos apresenta uma identidade em termos de ocupação do solo.

Pode-se afirmar que o Alto Sinos é um compartimento onde predominam o ambiente e a paisagem rural, com centros urbanos de pequeno porte. Já no compartimento do Médio Sinos, encontra-se uma zona de transição entre os ambientes rural e urbano, enquanto no Baixo Sinos há nítida predominância de ambientes urbanos, com densa ocupação populacional e concentração industrial.

Além da ocupação humana, o relevo varia ao longo dos três segmentos usuais.

O Alto Sinos apresenta cotas mais elevadas e grandes declividades no terreno, características das áreas de nascentes e dos rios de corredeiras.

No extremo oposto, o Baixo Sinos apresenta cotas baixas e caracteriza-se como sendo a área mais plana da bacia.

O Médio Sinos corresponde a um trecho de transição entre os dois anteriores, apresentando cotas variáveis, porém sem grandes gradientes (declividade).

No intuito de compreender o sistema hidrológico da maneira mais fidedigna possível com a realidade atual, o presente estudo propõe um novo limite da bacia e das sub-bacias hidrográficas do Rio dos Sinos, conforme descrito no Produto 5 - Base de Dados do EAP-SINOS.

Os limites das bacias e sub-bacias (macrounidades e microunidades) do PRH-SINOS foram compatibilizados com as bases em escala mais detalhada dos planos municipais de saneamento.

2.2.2 Microunidades (Sub-Bacias)

Para cada um dos trechos das macrounidades, o PRH-SINOS propôs novas divisões geográficas, respeitando a malha hidrográfica, os padrões topobatimétricos e separando as margens de acordo com os afluentes do Rio dos Sinos em cada trecho, considerando sua expressividade local ou regional na Bacia do Rio dos Sinos.

Como subsídios para a definição das sub-bacias, foram considerados os padrões de ocupação do solo e as atividades produtivas predominantes, assim como o perfil socioeconômico local ou regional.

Dessa forma definiu-se dentro das três macrounidades da Bacia do Rio dos Sinos, 21 microunidades, as quais foram associadas, no presente estudo, a uma codificação de sub-bacias, conforme apresentado na Figura 3 a seguir:

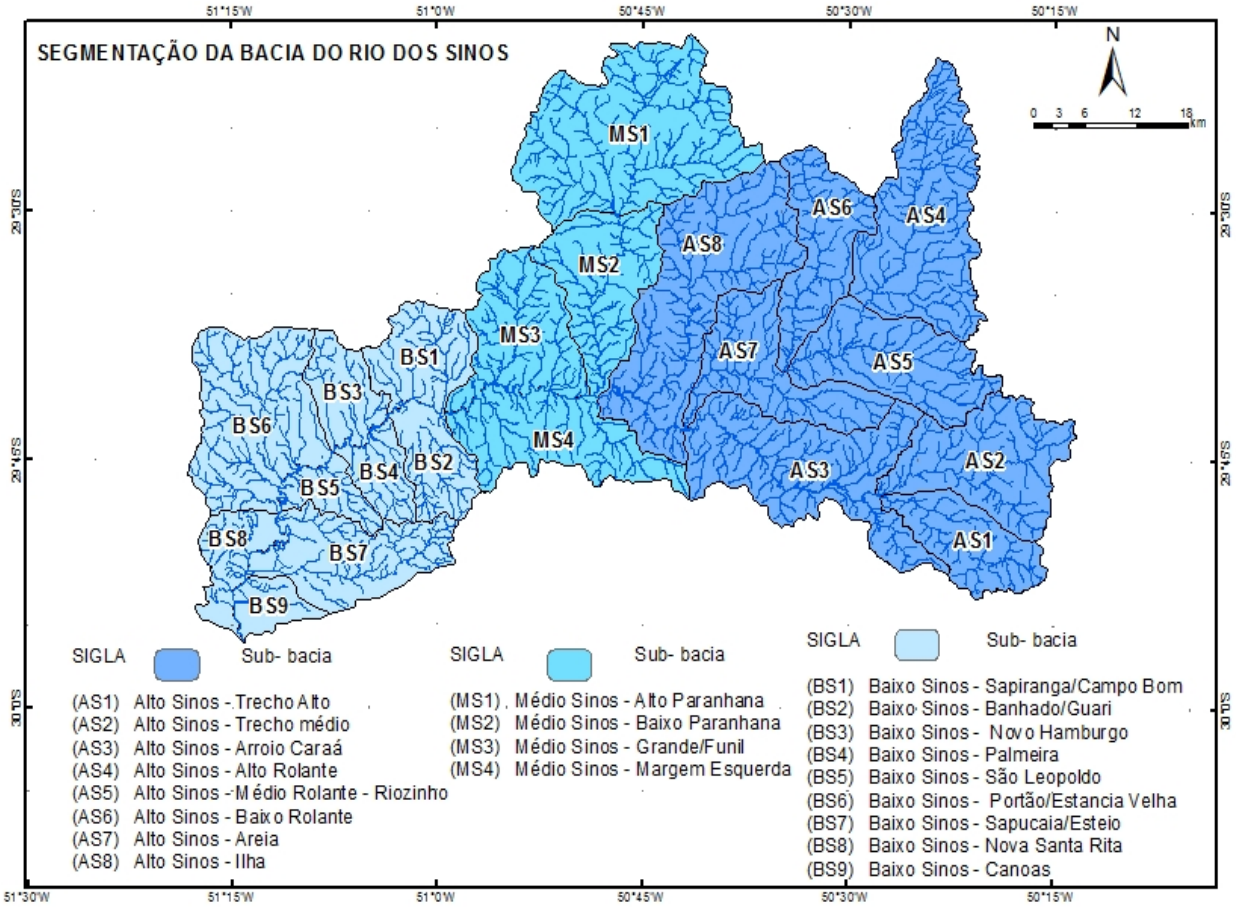


Figura 3 - Segmentação da Bacia Hidrográfica em sub-bacias (Fonte: PRH-SINOS, 2014)

No trecho do Alto Sinos, compreendido entre as cabeceiras do Rio dos Sinos e a cidade de Taquara, foram definidas oito microunidades (unidades de estudo).

Nessa área, por se tratar de um compartimento com predominância de ambiente rural, os critérios de divisão espacial e definição respeitaram a malha hídrica (principais cursos de água) e os padrões topo-altimétricos.

O Rio Rolante, presente nesse trecho, com drenagem estimada de cerca de 500 Km², foi dividido em três unidades: Alto, Médio e Baixo Rolante, respeitando os padrões topobatimétricos.

O Rio da Ilha, que drena cerca de 330 Km² nessa área, e o Arroio Areia, foram considerados, cada um deles, como sendo uma única microunidade, ambos afluentes diretos do Rio dos Sinos.

Nesse trecho, do Alto Sinos, encontram-se toda a área dos municípios de: Caraá, Riozinho, Rolante, Santo Antônio da Patrulha, parte da área urbana de Taquara e São Francisco de Paula, e área parte da área rural de Três Coroas e Igrejinha.

Cabe salientar que o município de Santo Antônio da Patrulha tem contribuições também nas Bacias do Rio dos Sinos e Bacia do Litoral Médio. As oito sub-bacias integrantes do Alto Sinos, são apresentadas a seguir:

- AS1 – Alto Sinos;
- AS2 – Alto Sinos – Trecho médio;
- AS3 – Caraá;
- AS4 – Alto Rolante;
- AS5 – Médio Rolante – Riozinho;
- AS6 – Baixo Rolante;
- AS7 – Areia;
- AS8 – Ilha.

Na porção do Médio Sinos, compreendido entre a cidade de Taquara e a confluência do Arroio Sapiranga, onde se encontra o Rio Paranhana, responsável pela drenagem de cerca de 580 km² através da qual a Bacia do Sinos recebe a transposição de águas do Rio Caí, foram definidas mais quatro microunidades.

O Rio Paranhana foi dividido em duas microunidades (Alto e Baixo Paranhana), separando o trecho a partir da afluência das vazões transpostas do Rio Caí, através da UHE Canastra, ao passo que as outras duas microunidades consideradas, consistem nas próprias margem esquerda e margem direita do Rio dos Sinos.

Nesse trecho do Médio Sinos, encontram-se toda a área dos municípios de Parobé, Nova Hartz e Araricá, toda área urbana de Três Coroas e Igrejinha, área urbana parcial de Canela, Gramado, Taquara e Gravataí, e parte da área rural de São Francisco de Paula, Novo Hamburgo e Gravataí.

O resultado dessa divisão do Médio Sinos foram quatro microunidades, a saber:

- MS1 – Alto Paranhana;
- MS2 – Baixo Paranhana;
- MS3 – Médio Sinos – Margem Direita;
- MS4 – Médio Sinos – Margem Esquerda.

Na região do Baixo Sinos, compreendido entre a confluência do Arroio Sapiranga e a sua foz no Lago Guaíba foram definidas nove microunidades.

O principal critério considerado na definição da segmentação desse trecho, por se tratar de ambiente predominantemente urbano, foi o critério da identidade municipal, ajustada pelos limites hidrográficos.

Nesse trecho encontra-se toda a área dos municípios de Sapiranga, Campo Bom, Estância Velha, São Leopoldo, Sapucaia do Sul, Esteio, a área urbana de Novo Hamburgo, parte da área urbana de Nova Santa Rita, Canoas, Cachoeirinha, Gravataí, sendo os três últimos, também contribuintes da Bacia do Rio Gravataí.

Como resultado dessa segmentação do Baixo Sinos, tem-se nove microunidades:

- BS1 – Baixo Sinos – Sapiranga/Campo Bom;
- BS2 – Baixo Sinos – Banhado/Guari;
- BS3 – Baixo Sinos – Novo Hamburgo;
- BS4 – Baixo Sinos – Palmeira;
- BS5 – Baixo Sinos – São Leopoldo;
- BS6 – Baixo Sinos – Portão/Estância Velha;
- BS7 – Baixo Sinos – Sapucaia/Esteio;
- BS8 – Baixo Sinos – Nova Santa Rita;
- BS9 – Baixo Sinos – Canoas.

O Quadro 6 apresenta as áreas das microunidades e suas participações na área da bacia e no trecho, conforme calculado a partir das bases geradas no Produto 5 – Base de Dados do EAP-SINOS.

Quadro 6 - Áreas das microunidades da Bacia - unidades de estudo

TRECHO / UNIDADE DE ESTUDO	ÁREA (km²)	% BACIA	% TRECHO
Trecho: **ALTO SINOS**			
Alto Sinos – Trecho Alto – AS1	208,93	5,7%	11,9%
Alto Sinos – Trecho Médio – AS2	286,59	7,8%	16,3%
Arroio Caraá – AS3	124,42	3,4%	7,1%
Alto Rolante – AS4	299,72	8,1%	17,1%
Médio Rolante – Riozinho – AS5	193,11	5,2%	11,0%
Baixo Rolante – AS6	171,53	4,6%	9,8%
Areia – AS7	153,19	4,1%	8,7%
Ilha – AS8	318,03	8,6%	18,1%
Sub-Total **Alto Sinos**:	**1.755,52**	**47,50%**	**100,00%**
Trecho: **MÉDIO SINOS**			
Alto Paranhana – MS1	393,54	10,6%	40,2%
Baixo Paranhana – MS2	181,84	4,9%	18,6%
Médio Sinos – Grande/Funil – MS3	176,55	4,8%	18,0%
Médio Sinos – Margem Esquerda – MS4	226,88	6,1%	23,2%
Sub-Total **Médio Sinos**:	**978,81**	**26,50%**	**100,00%**
Trecho: **BAIXO SINOS**			
Sapiranga/Campo Bom – BS1	123,98	3,4%	12,9%
Banhado/Guari – BS2	82,98	2,2%	8,6%
Novo Hamburgo – BS3	80,14	2,2%	8,3%
Palmeira – BS4	61,89	1,7%	6,4%
São Leopoldo – BS5	52,34	1,4%	5,4%
Portão/Estância Velha – BS6	261,50	7,1%	27,2%
Sapucaia/Esteio – BS7	177,60	4,8%	18,5%
Nova Santa Rita – BS8	74,40	2,0%	7,7%
Canoas – BS9	47,32	1,3%	4,9%
Sub-Total **Baixo Sinos**:	**962,15**	**26,00%**	**100,00%**
TOTAL BACIA RIO DOS SINOS	**3.696,48**	**100,00%**	

(Fonte: PRH-SINOS, 2014)

A partir dessa análise com processamento gráfico de novos polígonos, incorporação das sub-bacias de drenagem urbana, definiu-se um novo nível hierárquico de bacias hidrográficas que foi denominada microbacia, mais adequado às escalas urbanas.

A Figura 4 apresenta as 21 microunidades de planejamento, com a divisão interna de microbacias de drenagem e as manchas urbanas. Observa-se que o maior detalhamento das microbacias foi possível desenvolver nas áreas urbanas do Baixo Sinos.

O nível de detalhamento das microbacias corresponde ao nível de detalhamento das bacias de drenagem urbana apresentado em cada plano municipal de saneamento básico.

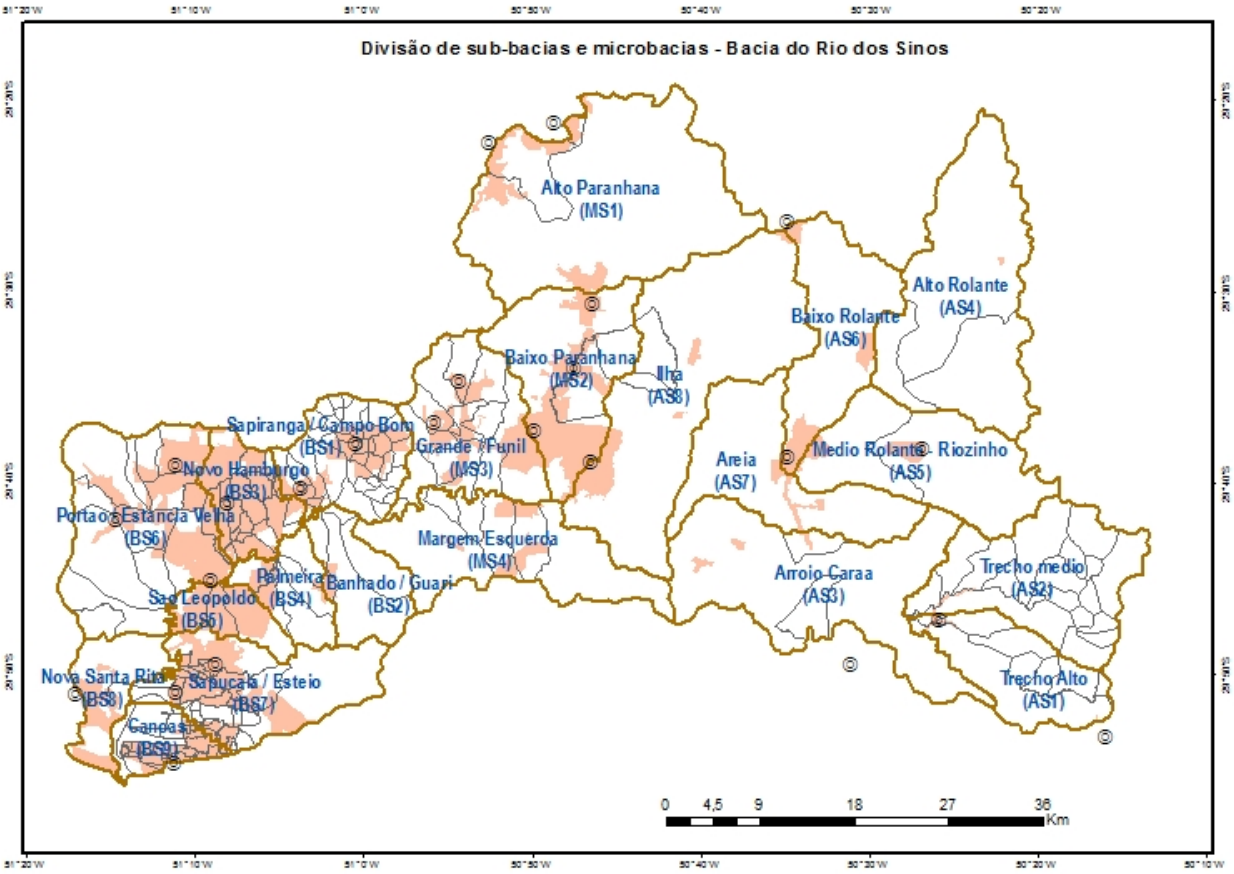


Figura 4 - Mapa das sub-bacias e microbacias do Rio dos Sinos
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Esse estudo ao comparar os dados dos municípios com os do PRH-SINOS, verificou inconsistências localizadas, as quais estavam diretamente ligadas às bases cartográficas utilizadas.

Pode-se verificar que os recursos hídricos anteriormente apresentados nas bases, encontram-se desviados ou canalizados, impactando na definição da sub-bacia de drenagem.

O "Produto 5 – Base de Dados", apresentou um novo nível hierárquico de bacias hidrográficas. Essas novas áreas resultantes da metodologia utilizada nesse estudo, são apresentadas no Quadro 7, onde observa-se maior diferença na sub-bacia BS7, com variação de 8 km² a menos.

Da mesma forma, as áreas das sub-bacias BS2, MS1 e MS3 diminuíram, com variação de 5 km². Isso pode ser explicado pelo maior detalhamento provindo das bases adotadas dos PMS.

Quadro 7 - Novas áreas calculadas para as sub-bacias do Rio dos Sinos

SIGLA	SUB-BACIA	ÁREA DA BACIA PRH-SINOS (km²)	ÁREA DA BACIA PMS (km²)
(AS1)	Alto Sinos – Trecho Alto	124,42	122,94
(AS2)	Alto Sinos – Trecho Médio	208,92	209,17
(AS3)	Alto Sinos – Arroio Caraá	286,58	284,67
(AS4)	Alto Sinos – Alto Rolante	299,71	298,68
(AS5)	Alto Sinos – Médio Rolante / Riozinho	193,11	192,77
(AS6)	Alto Sinos – Baixo Rolante	153,19	152,24
(AS7)	Alto Sinos – Areia	171,53	171,53
(AS8)	Alto Sinos – Ilha	354,81	356,12
(MS1)	Médio Sinos – Alto Paranhana	393,53	388,09
(MS2)	Médio Sinos – Baixo Paranhana	181,83	181,55
(MS3)	Médio Sinos – Grande / Funil	176,54	170,79
(MS4)	Médio Sinos – Margem Esquerda	190,09	195,08
(BS1)	Baixo Sinos – Sapiranga / Campo Bom	115,06	116,93
(BS2)	Baixo Sinos – Banhado / Guari	89,99	84,73
(BS3)	Baixo Sinos – Novo Hamburgo	82,05	80,99
(BS4)	Baixo Sinos – Palmeira	61,88	65,13
(BS5)	Baixo Sinos – São Leopoldo	52,33	49,08
(BS6)	Baixo Sinos – Portão / Estância Velha	261,49	258,24
(BS7)	Baixo Sinos – Sapucaia / Esteio	177,6	169,51
(BS8)	Baixo Sinos – Nova Santa Rita	74,4	72,24
(BS9)	Baixo Sinos – Canoas	47,32	52,23

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

2.3 Dados Físicos das Unidades de Planejamento

Considerando-se os aspectos físicos e ambientais das segmentações da Bacia do Rio dos Sinos, definidas como microunidades ou sub-bacias, também chamadas de Unidades de Estudo no PRH-SINOS, apresenta-se a seguir a caracterização fisiográfica, usos do solo e condicionantes naturais e antrópicos para as sub-bacias.

2.3.1 Geologia e Geomorfologia

A geologia e a geomorfologia estudam as formas, a gênese, a estrutura e a dinâmica do relevo. Nos diagnósticos ambientais e na gestão territorial, o conhecimento dessa ciência é de grande importância, pois contribui para a orientação da ocupação humana, para o aproveitamento dos recursos naturais e para a prevenção de desastres naturais.

A Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos sofre historicamente com inundações e deslizamentos de terra, os quais ocasionam grandes danos à população local, nesse sentido a apresentação no presente estudo dos dados de geologia e geomorfologia da Bacia do Rio dos Sinos torna-se importante como subsídios para a elaboração do diagnóstico desse projeto, além de servir como referência para a gestão territorial e a prevenção de desastres nesta área.

Numa classificação geomorfológica de bacias hidrográficas, diversas são as variáveis morfométricas avaliadas, tais como altimetria, declividades, curvaturas horizontal e vertical, perfis topográficos, curvas de nível, fluxo de drenagem e áreas acumuladas de drenagem.

Essas variáveis para a região da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, estão disponíveis no Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil – TOPODATA, podendo ser extraídas a partir dos dados SRTM ou no software ArcGIS, com base na altimetria.

Para a Bacia do Rio dos Sinos, a espacialização dos domínios morfoestruturais foi realizada com apoio dos mapas geológico e geomorfológico disponíveis, associados às linhas de drenagem e às variáveis morfométricas de altimetria e de declividades.

Os mapas de Geologia e Geomorfologia do IBGE para a área de interesse, permitem definir os limiares das variáveis morfométricas de altimetria e declividades, variáveis essas que melhor classificam os domínios morfoestruturais presentes na área de estudo.

Os seguintes domínios morfoestruturais se apresentam na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos:

- Depósitos Sedimentares;
- Bacias e Coberturas Sedimentares.

Com relação às Regiões e Unidades Geomorfológicas – UG's, considerando as variáveis de altimetria, declividades, perfis topográficos e linhas de drenagem, os seguintes domínios de regiões e UG's foram espacializados para a Bacia do Rio dos Sinos:

- Planície Costeira Interna – UG Planície Lagunar;
- Planície Continental – UG Planície Alúvio-Coluvionar;
- Depressão Central Gaúcha – UG Depressão do Rio Jacuí;
- Planalto das Araucárias – UG Patamares da Serra Geral;
- Planalto das Araucárias – UG Serra Geral;
- Planalto das Araucárias – Planalto dos Campos Gerais.

O Relevo da Bacia do Rio dos Sinos, considerando as variáveis de altimetria, declividades, curvaturas horizontal e vertical, apresenta quatro tipos de modelados de acumulação, a saber:

1) Planície Lacustre;

2) Planície Fluvial;

3) Terraço Fluvial;

4) Terraço Coluvionar.

Com relação aos modelados de dissecação, encontram-se espacializados sete formas de relevo predominantes, a saber:

1) Colinas e Morros Baixos;

2) Vertentes Convergentes;

3) Vertentes Planares;

4) Vertentes Divergentes;

5) Topos de Morros Convexos;

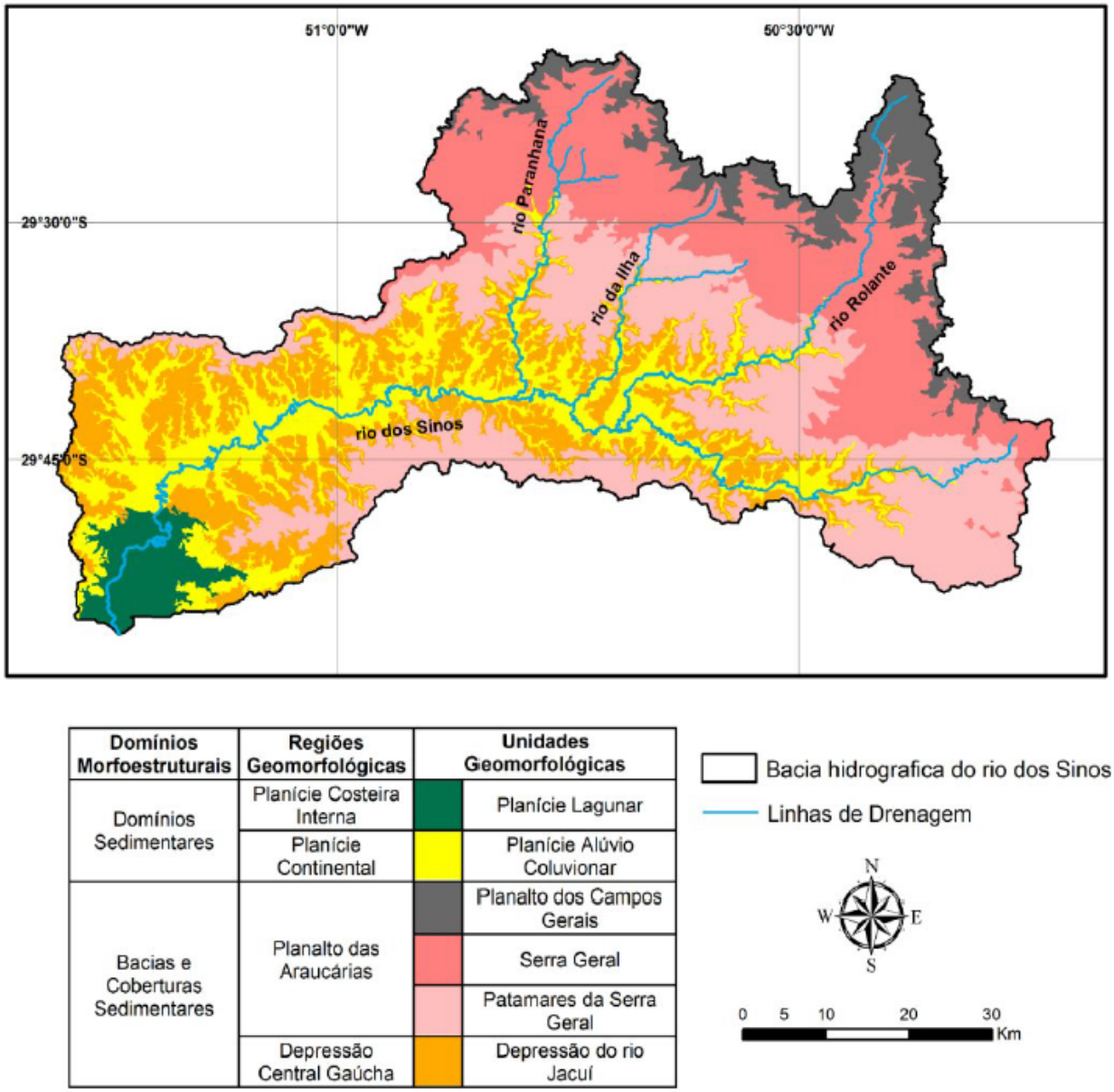
6) Topos de Morros Tabulares;

7) Topos de Morros Estreitos ou Alongados.

As feições lineares do relevo da Bacia do Rio dos Sinos, identificadas nos mapas de geologia e geomorfologia da região, a partir de algoritmos, em conjunto com interpretação visual, apresentam as seguintes feições:

- Linhas de escarpas erosivas: Linhas de corte no relevo, representadas por um desnível mais abrupto;
- Vales aprofundados e sulcos: Linhas de drenagem (talvegues) caracterizadas pela alta declividade, sendo considerados os segmentos de drenagem com declividade média superior a 15%;
- Morros Testemunhos: Pontos posicionados no topo de morros, com características de topo tabular ou convexo com altitudes < 180 m, e circundado por áreas de declividades > 20%, e estas circundadas por áreas planas de terraços ou planícies;
- Cristas: Feições lineares posicionadas em topos de morros estreitos ou alongados, exatamente sobre os divisores d'agua extraídos com base nas direções de fluxo de drenagem e nas áreas acumuladas de drenagem.

A Figura 5 apresenta a compartimentação das unidades geomorfológicas na Bacia do Rio dos Sinos, conforme mapa produzido pelo IBGE no ano de 2003.



Domínios Morfoestruturais	Regiões Geomorfológicas	Unidades Geomorfológicas
Domínios Sedimentares	Planície Costeira Interna	Planície Lagunar
	Planície Continental	Planície Alúvio Coluvionar
Bacias e Coberturas Sedimentares	Planalto das Araucárias	Planalto dos Campos Gerais
		Serra Geral
		Patamares da Serra Geral
	Depressão Central Gaúcha	Depressão do rio Jacuí

Figura 5 - Unidades geomorfológicas da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (Fonte: IBGE, 2003)

A UG Planície Lagunar é caracterizada como uma área plana, homogênea, sem dissecação, representando uma área de 3,5% da bacia, ou seja, 130 km². A UG Planície Alúvio-coluvionar, com 18,7% da bacia, expressos em 690 km², corresponde a uma superfície plana, posicionada entre a Planície Lagunar e o domínio morfoestrutural do Planalto das Araucárias.

Essas duas UG, que compõe os Domínios Sedimentares totalizam 820 km² que representam 22,2% da área da Bacia do Rio dos Sinos.

Espacialmente descontínua, fragmentada por áreas de relevo mais dissecado, a UG Planalto dos Campos Gerais caracteriza-se por um relevo plano e conservado, representado por superfícies de aplainamento desnudadas, retocadas e degradadas.

Considera-se nessa UG todo o terreno com altimetria > 650 m e declividades < 25%, o que favorece os processos erosivos. Nessa área as formas do relevo evidenciam a ocorrência de processos evolutivos de dissecação, sendo observadas áreas bastante conservadas de morfologia planar, áreas onde os processos erosivos deixaram rupturas de declive ou evidencia-se o alargamento de vales, ou ainda resíduos da antiga superfície de aplainamento.

Esta unidade apresenta uma sucessão de colinas, separadas por amplos vales de fundo achatado, atualmente, cobertos pela cobertura vegetal dos campos. Os topos das colinas, geralmente, são planos, com rupturas de declive nas encostas. Esta UG tem 279 Km² e representa 7,6% da bacia.

Desenvolvidas sobre rochas efusivas básicas, a UG Serra Geral constitui-se nos terminais escarpados abruptos do Planalto dos Campos Gerais, com um relevo que se caracteriza propício ao desenvolvimento e preservação da vegetação florestal, tais como a Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual e Estacional Decidual. As formas do relevo apresentam-se bastante abruptas com vales fluviais bem aprofundados. Esta UG representa 22,9% da bacia e tem 845 km².

Com 1.005 km², e representando em torno de 27,2% da Bacia do Rio dos Sinos, a UG Patamares da Serra Geral corresponde aos terminais rebaixados da Serra Geral. As formas de relevo predominantes são colinas e morros com pequeno aprofundamento dos vales fluviais e forte controle estrutural.

A UG Depressão do Rio Jacuí é caracterizada por um relevo sem grandes variações altimétricas, apresentando colinas de topos convexos, conhecidas como coxilhas. Esta UG está localizada entre os domínios morfoesculturais Planalto das Araucárias e Planície Continental, representando aproximadamente 20% da bacia com seus 746 km².

O Quadro 8, elaborado para esse diagnóstico, apresenta a divisão geológica e geomorfológica da Bacia do Rio dos Sinos, com a participação percentual de cada UG na bacia.

Quadro 8 - Áreas das regiões e unidades geomorfológicas da Bacia

DOMÍNIOS MORFOESTRUTURAIS	REGIÕES GEOMORFOLÓGICAS	ÁREA DA BACIA (km²)	UNIDADE GEOMORFOLÓGICA	ÁREA DA BACIA (km²)	ÁREA DA BACIA (%)
DOMINIOS SEDIMENTARES	Planície Costeira Interna	130	Planície Lagunar	130	3,5%
	Planície Continental	690	Planície Alúvio Coluvionar	690	18,7%
BACIAS E COBERTURAS SEDIMENTARES	Planalto das Araucárias	2.129	Planalto dos Campos Gerais	279	7,6%
			Serra Geral	845	22,9%
			Patamares da Serra Geral	1.005	27,2%
	Depressão Central Gaúcha	746	Depressão do Rio Jacuí	746	20,2%

(Fonte: IBGE, 2003)

Os dados de topografia do terreno da bacia, são provenientes de diversas fontes, com diferentes áreas de abrangência e níveis de detalhamento.

A fonte de dados básica e utilizada por diversos estudos, inclusive pelo [PRH-SINOS] é o levantamento topográfico que foi realizado na década de 1970 pela Divisão de Serviço Geográfico do Exército (DSG), na escala 1:50.000.

Este estudo teve a digitalização das suas curvas de nível realizada pelo Laboratório de Ecologia da UFRGS em 2010, onde a partir dessa digitalização foram geradas curvas de nível com equidistância de 20 m, modelo numérico do terreno – MNT e declividade.

O Produto 5 – Base de Dados do EAP-SINOS, mostra essas modelagens numéricas em arquivo raster e com grade regular com pixel de 100 m.

Das curvas de nível geradas a partir do estudo da UFRGS (2010) é possível visualizar a classificação da curva mestre ou auxiliar e sua elevação no terreno, conforme apresentado na Figura 6, simbolizada a partir das curvas de nível a cada 20 metros.

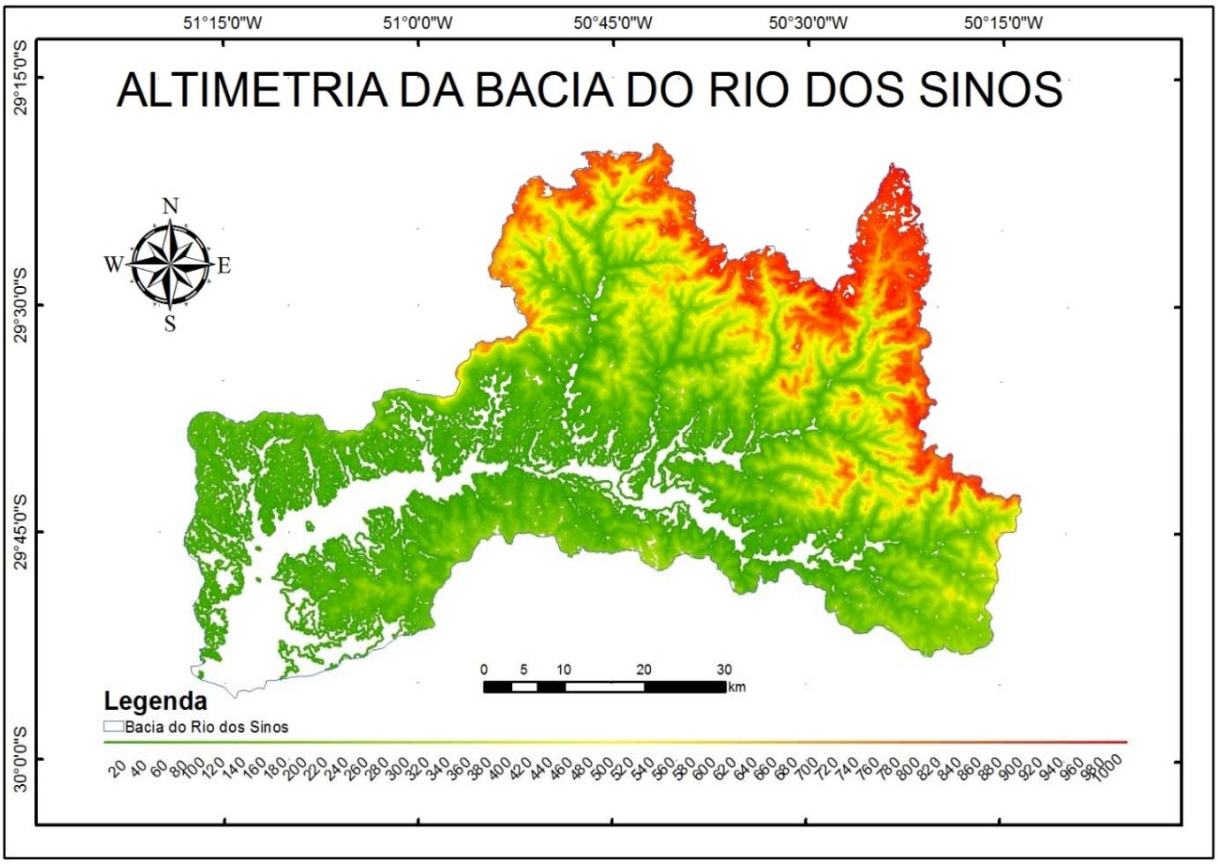


Figura 6 - Mapa de altimetria da Bacia
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

A Figura 7 apresenta os tipos de modelados e formas de relevo predominantes na Bacia do Rio dos Sinos, a partir de dados do IBGE do ano de 2003.

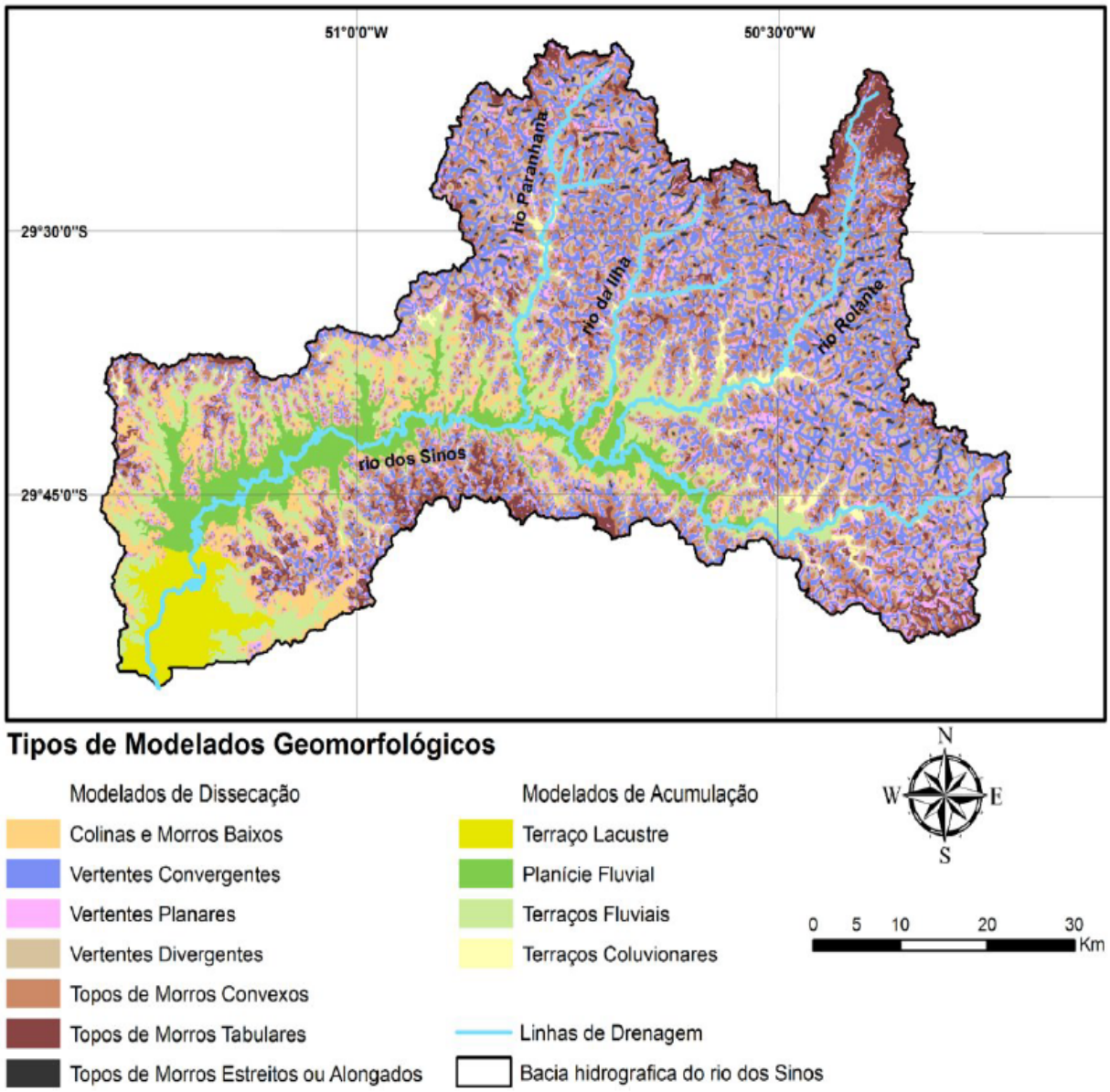


Figura 7 - Modelados e formas de relevo predominantes na Bacia (Fonte: IBGE, 2003)

O Quadro 9, elaborado para esse diagnóstico, apresenta as áreas relativas dos modelados e o percentual de cada tipo dentro da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos.

Quadro 9 - Áreas relativas dos modelados dentro da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos

TIPOS DE MODELADOS		ÁREA DA BACIA (km²)	ÁREA DA BACIA (%)
ACUMULAÇÃO	Planície Lacustre	129,4	3,5%
	Planície Fluvial	303,1	8,2%
	Terraço Fluvial	321,6	8,7%
	Terraço Coluvionar	66,5	1,8%
DISSECAÇÃO	Colinas e Morros Baixos	247,6	6,7%
	Vertentes Convergentes	750,3	20,3%
	Vertentes Planares	414,0	11,2%
	Vertentes Divergentes	569,2	15,4%
	Topos de Morros Convexos	606,1	16,4%
	Topos de Morros Tabulares	236,5	6,4%
	Topos de Morros Estreitos ou Alongados	51,7	1,4%

(Fonte: IBGE, 2003)

Observa-se que 77,8 %, da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos apresenta modelados de dissecação, com evidências marcantes de processos erosivos, tais como elevados índices de declividades e de densidade de drenagem.

O padrão de formas em vertentes são os predominantes, representando 46,9% da bacia, com destaque para as vertentes convergentes com 20,3%. Os modelados de acumulação representam apenas 22,2% da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos.

Os mapas de Geologia e Geomorfologia do IBGE mostram ainda feições lineares e pontuais do relevo na Bacia do Rio dos Sinos, onde são identificados mais de 50 morros testemunhos, mais de 150 segmentos de linha de cristas, três grandes alinhamentos de escarpas erosivas, com rupturas marcantes na declividade do terreno, e mais de cem segmentos de linhas de vales aprofundados e sulcos.

Numa avaliação do mapeamento geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, com base nos dados disponíveis, identificam-se seis Unidades Geomorfológicas, com destaque para a UG Patamares da Serra Geral, que ocupa 27,2% da área total da bacia.

Também são mapeados quatro modelados de acumulação e sete modelados de dissecação, estes últimos compreendendo 77,8% da área total da bacia, além de centenas de feições lineares e pontuais do relevo, facilmente observados na cartografia existente.

2.3.2 Hidrogeologia

Com relação as águas subterrâneas da Bacia do Rio dos Sinos, o PRH-SINOS apresenta a disponibilidade hídrica subterrânea para a bacia, obtida através da potencialidade hídrica de cada sistema aqüífero identificado a partir de análise hidrogeológica regional. Essa análise considerou como parâmetros fundamentais a constituição geológica morfológica da área.

Na avaliação da geologia, os tipos litológicos existentes e a atividade tectônica desenvolvida sobre eles definiram os aquíferos, sua posição e inter-relação, qualidade e possibilidade de aproveitamento.

Por sua vez, na avaliação da morfologia das áreas, considerou-se topografia e rede de drenagem, elementos que fornecem dados com relação à capacidade de infiltração, área de recarga e pontos de descarga dos aquíferos.

Para a realização do estudo dos sistemas aquíferos da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, segundo o PRH-SINOS foi analisada uma série de trabalhos anteriores afins ao tema executados na região e proximidades.

Esses documentos apresentaram dados secundários de poços tubulares, através de suas fichas litológicas e construtivas, bem como as análises físico-químicas das águas. As fontes consultadas foram: SIAGAS – CPRM, CORSAN, SOPS-PAP e Hidrogeo.

Além das informações de estudos existentes, o PRH-SINOS considerou também a análise de imagens de satélite e do modelo digital do terreno, o qual deu suporte para a interpretação estrutural da área, resultando no traçado dos lineamentos morfo-estruturais.

Importante destacar que na hidrogeologia, ciência que estuda as águas subterrâneas quanto ao seu movimento, volume, distribuição e qualidade, conforme o tipo de rocha, a água nela armazenada comporta-se de maneira diferente. Em rochas porosas a velocidade de deslocamento e capacidade de armazenamento são maiores que em rochas cristalinas.

A verificação da vazão de um poço, recarga do aquífero e outras informações necessárias ao bom aproveitamento e proteção dos depósitos subterrâneos de água, somente são possíveis graças as informações de um mapa hidrogeológico da região em estudo.

O mapa hidrogeológico elaborado pelo PRH-SINOS, baseou-se nos métodos convencionais de cartografia das águas subterrâneas, conforme a Legenda Internacional para Mapas Hidrogeológicos da UNESCO (STRUCKMEIER & MARGAT, 1995).

O mapeamento hidrogeológico da bacia agrupa as ocorrências de água subterrânea, conforme os tipos de rochas e das estruturas abertas que servem de espaço armazenador de água.

Um sistema aquífero é definido por um conjunto de características geométricas (formas, limites, etc.) e físicas.

As unidades mapeadas na Bacia do Rio dos Sinos e apresentadas na Figura 8, foram definidas tendo por base a litologia, a estrutura e a permeabilidade.

A partir da definição da estrutura de cada unidade hidrogeológica, e de seus limites baseada no comportamento aquífero das litologias predominantes, obteve-se a seguinte compartimentação hidrolitológica:

- Sistema Aquífero Permiano;
- Sistema Aquífero Rio do Rasto;
- Sistema Aquífero Piramboia;
- Sistema Aquífero Botucatu;
- Sistema Aquífero Serra Geral – 1;
- Sistema Aquífero Serra Geral – 2;
- Sistema Aquífero Serra Geral – 3;
- Sistema Aquífero Aluvionar.

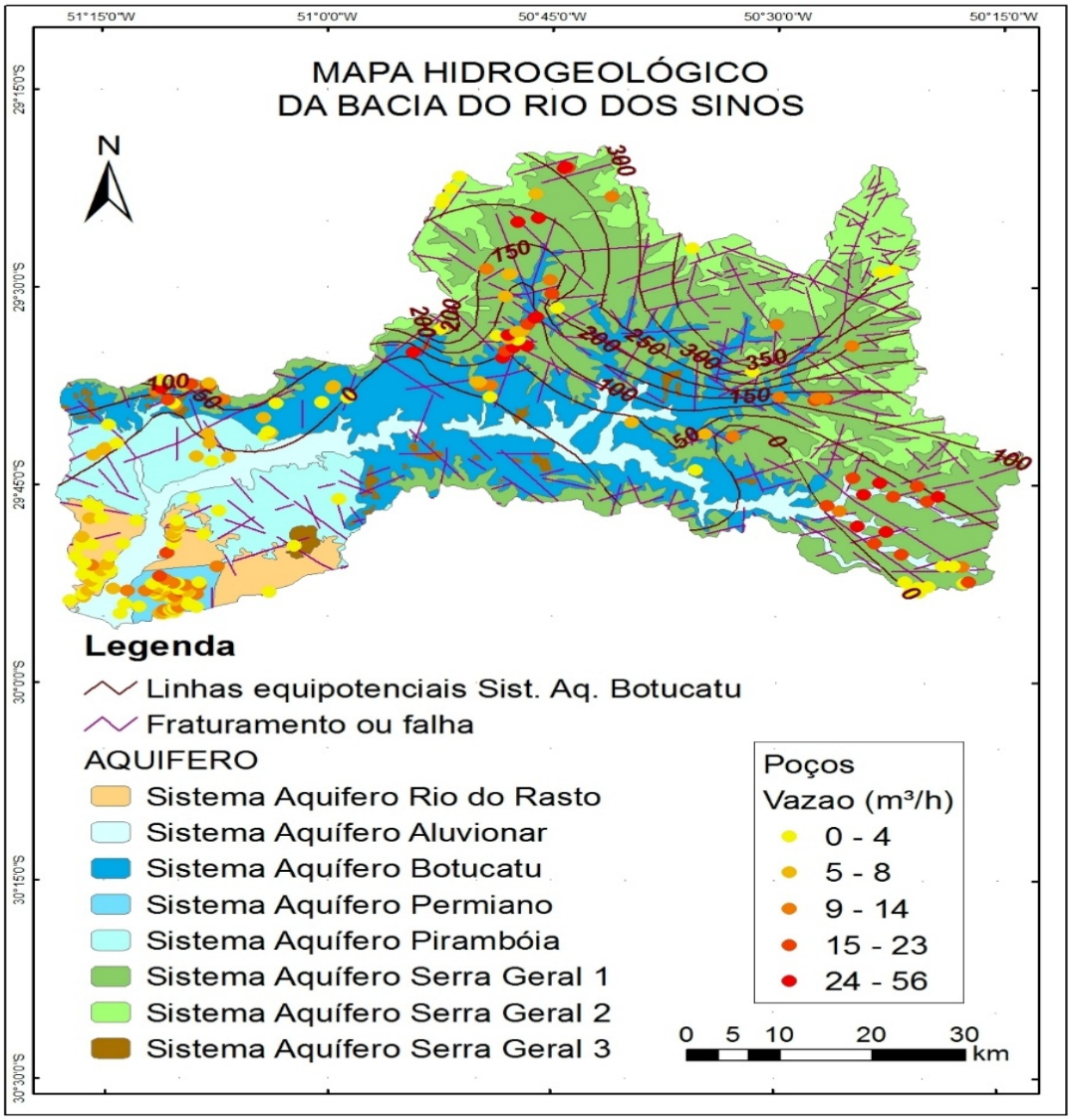


Figura 8 - Mapa hidrogeológico e de poços de captação da água subterrânea na Bacia (Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

De forma geral, observa-se que são muito explorados os poços tubulares, como instrumentos de captação de água na região do Baixo Sinos, em especial nos municípios de Canoas e Nova Santa Rita.

Em Canoas o Sistema Aquífero Permiano ocorre em subsuperfície, assim como em parte de Esteio. Nesses locais a permeabilidade é baixa a moderada, sendo ampliada em casos de intrusão ou fraturamento.

Em Nova Santa Rita, parte de Sapucaia do Sul, Esteio, Cachoeirinha e Gravataí, predomina o Aquífero Rio do Rasto, que com predominância de litologias finas nessa formação (Grupo Passa Dois ou Rio do Rasto), apresenta comportamento bastante fraco com relação as capacidades de armazenamento e condução de águas subterrâneas, sendo classificado como um aquífero pobre.

O sistema do Aquífero Piramboia, presente nos municípios de São Leopoldo e Novo Hamburgo, na porção centro sul de Portão e porção sul de Estância Velha, tem poços tubulares com profundidades médias de 111,5 metros e vazões que embora tenham a média de 4,6 m³/h, variam com volume de até 11,24 m³/h. Em geral essa unidade se caracteriza como um aquífero livre a semi-confinado, na área aflorante.

Cabe destacar que os arenitos médios a finos lenticulares, róseos e endurecidos, tem significativo teor de argila, sendo desfavoráveis para o armazenamento de grandes quantidades de água.

O sistema do Aquífero Botucatu ocorre na base e na encosta da Serra Geral, onde os arenitos afloram; o aquífero é do tipo livre, porém na área da Formação Serra Geral nas situações topo estruturais elevadas (morros e encostas da serra) é classificado como aquífero confinado, pois sua capacidade de armazenamento de água subterrânea é diminuída.

Na área de afloramento, o aquífero é muito explorado por meio de poços tubulares, sendo seu comportamento hidrogeológico considerado bom. Cabe destacar que a porção do aquífero confinado pelas rochas basálticas da Formação Serra Geral apresenta melhores características hidrogeológicas do que na área aflorante, onde é classificado como aquífero livre.

O sistema do Aquífero Serra Geral – 1 tem o seu fluxo de água subterrânea através de descontinuidades geradas por tectônica ou por resfriamento das lavas, sendo considerados aquíferos fraturados e descontínuos.

As vazões nos poços desses aquíferos, são muito variáveis. Eles ocorrem nos vales encaixados e abertos, alinhados segundo falhas e fraturas de diversas direções, entre as cotas 100 e 550 metros. Alguns poços instalados na região captam água simultaneamente deste sistema aquífero e do sistema subjacente Botucatu.

O sistema Serra Geral – 2 é semelhante ao sistema Serra Geral – 1, estando ambos ligados aos termos ácidos do Vulcanismo da Bacia do Rio Paraná. Localizado em regiões mais altas, nas extremidades dos limites da bacia, com altitudes entre 750 e 1.000 metros, esses aquíferos fissurais tem pequena potencialidade hidrogeológica, devido ao seu posicionamento topográfico.

As vazões que embora girem na média de 3 m³/h, em função da presença de grandes fraturas geológicas, pode chegar a valores superiores a 20 m³/h em alguns poços.

Além do fator topográfico, a pequena espessura de solo faz com que a maior parte da água não infiltre e flua através de nascentes localizadas junto à escarpa.

O sistema Aquífero Serra Geral – 3 encontra-se em zonas desfavoráveis ao armazenamento de água subterrânea, em regiões em que a unidade hidrogeológica é composta por morros isolados de basaltos com encostas de alta declividade e praticamente ausência de solo, favorecendo ao escoamento superficial. O aproveitamento de água, nessas regiões, quando necessário, deve ser feito por captação de fontes.

O sistema do Aquífero Aluvionar, trata-se dos aquíferos intergranulares relacionados aos depósitos fluviais que ocorrem ao longo da calha e da várzea do Rio dos Sinos.

Esses depósitos, geralmente constituídos por uma sequência areno-silto-argilosa, são gradacionais, com porções distintas, a saber:

- Porção inferior: Predominam seixos e areias conglomeráticas ou areias muito grossas;
- Porção intermediária: Predominam areias finas a médias;
- Porção superior: Composta basicamente de argilas com teores variáveis de silte.

O sedimento predominante nessa área é o Arenito Botucatu e a Formação Piramboia, os quais possibilitam a obtenção de água subterrânea em quantidades e qualidade aproveitáveis, havendo restrições, no entanto, devido à pequena espessura da unidade do aquífero.

Embora o aquífero seja considerado livre, em função de sua pouca espessura, essas características e posição do mesmo são altamente vulneráveis à contaminação a partir da superfície.

Segundo o PRH-SINOS, de um modo geral, a prospecção da água subterrânea na área de ocorrência dessa unidade se dá nos aquíferos subjacentes, a não ser nos casos em que o uso previsto para a água permita sua utilização a despeito da má qualidade.

O Quadro 10, elaborado para esse diagnóstico, apresenta alguns dados de poços tabulares, coletados no PRH-SINOS.

O indicador de vazões refere-se às vazões do aquífero, e as vazões especificas a vazão por metro de profundidade do poço tubular.

Quadro 10 - Alguns dados de vazão de poços tubulares da Bacia

SISTEMA AQUÍFERO	MUNICÍPIOS	PROFUNDIDADE DOS POÇOS (m)	VAZÕES (m^3/h)	VAZÕES ESPECÍFICAS ($m^3/h/m$)
PERMIANO	Canoas e Esteio	-	0,5 a 18,0	< 0,30
RIO DO RASTO	Nova Santa Rita, Sapucaia do Sul, Esteio, Cachoeirinha e Gravataí	> 200	≈ 3,8	< 0,10
PIRAMBÓIA	São Leopoldo, Novo Hamburgo, Portão e Estância Velha	31 à 200	≈ 4,6	≈ 0,50
BOTUCATU	Campo Bom, Sapiranga, Nova Hartz, Araricá, Parobé, Taquara, Rolante, Igrejinha, Portão, Estância Velha e Santo Antonio da Patrulha	< 200	≈ 8,6	≈ 0,54
SERRA GERAL - 1	Gramado, Canela, São Francisco de Paula, Caraá, Riozinho e Três Coroas	54 à 222	15 a 30	-
SERRA GERAL - 2	Gramado, Canela e São Francisco de Paula.	< 60	3,0 a 20,0	-
SERRA GERAL - 3	Zonas desfavoráveis ao armazenamento de água subterrânea. O aproveitamento de água, nessas regiões, quando necessário, deve ser feito por captação de fontes.			
ALUVIONAR	Relação direta com o Rio dos Sinos	< 20	-	> 0,3

(Fonte: Adaptado de PRH-SINOS, 2014)

Cabe destacar ainda, que o eventual incremento do potencial hidrogeológico das formações, se deve as falhas e fraturas de diversas magnitudes que se espalham pela bacia, ampliando a presença de vazios nas rochas.

As falhas e fraturas podem ser observadas na Figura 9, do mapa de lineamentos morfo-estruturais na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos.

O mapa de densidade de fraturas da bacia, apresentado pelo PRH-SINOS e reproduzido na Figura 10, determinado a partir das morfoestruturas, nos permite ter uma ideia das áreas mais fraturadas da bacia, e portanto, com melhor potencial hidrogeológico.

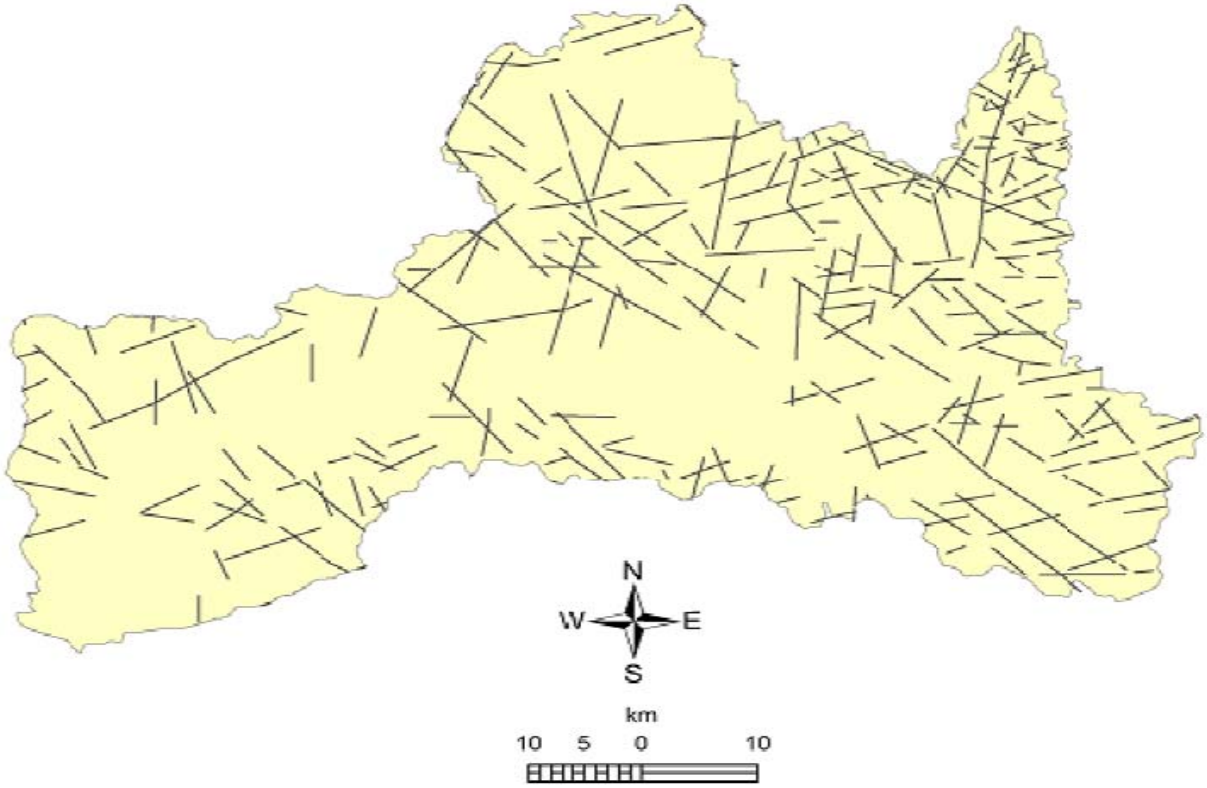


Figura 9 - Mapa de lineamentos morfo-estruturais na Bacia
(Fonte: PRH-SINOS, 2014)

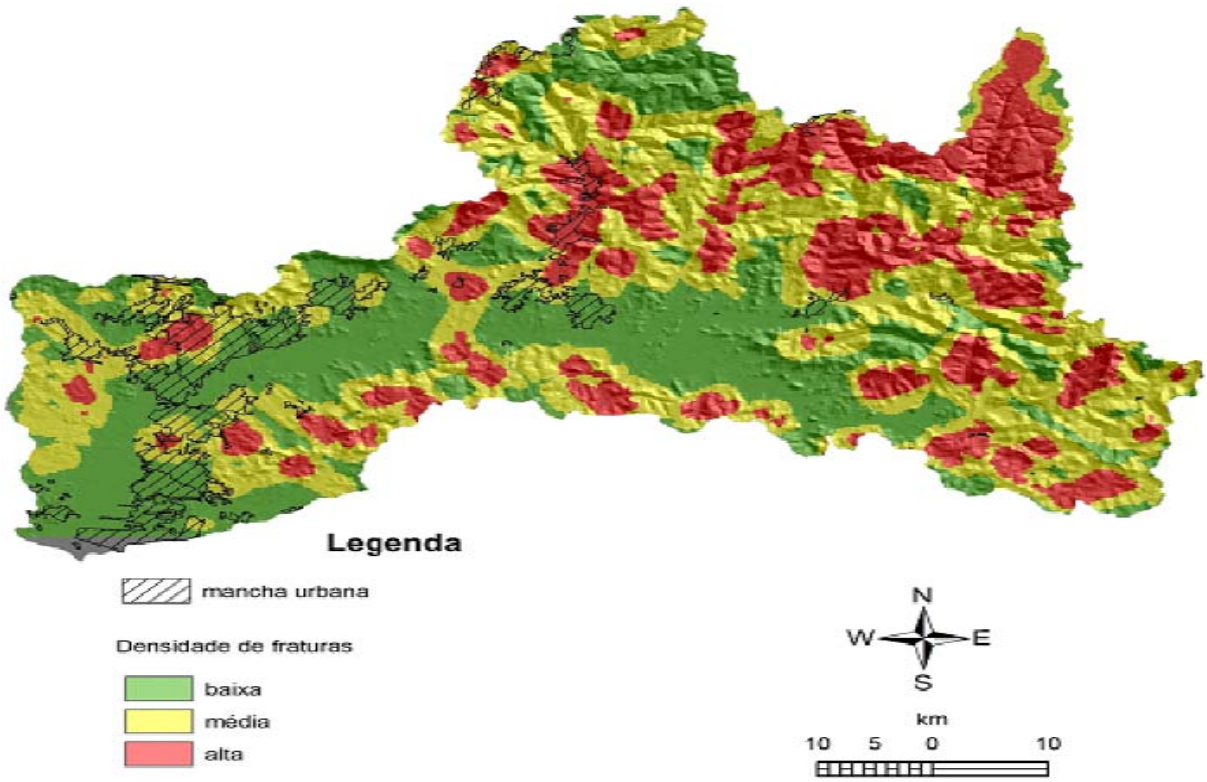


Figura 10 - Mapa de densidade de fraturas da Bacia
(Fonte: PRH-SINOS, 2014)

De acordo com o PRH-SINOS, sobre as potencialidades das reservas de água subterrâneas da bacia do Rio dos Sinos, cita-se que:

> *A reserva de água subterrânea disposta nos aquíferos na Bacia do Rio dos Sinos é de 550 hm³/ano, o que representa aproximadamente a média de 17 m³/s. Estas reservas estão associadas à condição de recarga propiciada pelo regime de chuvas na bacia e pela distribuição das áreas de recarga.*
>
> *No entanto, dada a baixa capacidade específica encontrada, a obtenção dessa vazão potencial demanda perfurações profundas e dispersas nos diversos sistemas aquíferos. A maior produção é esperada no Sistema Aquífero Serra Geral-2 em que são encontrados poços com vazão de mais de 20m³/h.*
>
> *Comparativamente, a disponibilidade potencial de 17 m³/s da água subterrânea representa 18% da disponibilidade da água superficial na Bacia do Rio dos Sinos (em termos médios).*

2.3.3 Relevo e Pedologia

Considerando a definição de solo, como sendo a camada superficial constituída de partículas minerais e orgânicas, distribuídas em horizontes de profundidade variável, resultantes da ação conjunta de agentes intempéricos sobre as rochas, e da adaptação destas às condições de equilíbrio do meio em que se encontram expostas, a análise pedológica da Bacia do Rio do Sinos mostra que para a área de estudo, não há um mapeamento de detalhes ou semi detalhes dos solos, permitindo apenas uma localização geral dos mesmos.

De acordo com o mapa de solos elaborado pela EMATER/RS (2007), os solos encontrados na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos são:

- Planossolo háplico eutrófico;
- Chernossolo háplico órtico;
- Argissolo vermelho distrófico;
- Argissolo vermelho-amarelo distrófico;
- Cambissolo húmico alumínico;
- Outros solos.

Os outros solos, são apresentados no estudo da EMATER/RS (2007), como sendo afloramentos rochosos associados a solos como o neossolo regolítico eutrófico e distrófico, argissolo brunoacinzentado alumínico e o luvissolo háplico órtico.

A carta pedológica utilizada no Produto 5 – Base de Dados do EAP-SINOS, é proveniente das camadas de solos apresentadas no PRH-SINOS.

Quanto a distribuição de tipo de solos por sub-bacia, adotou-se a operação de intersecção espacial, conhecido como “overlay”.

O mapa resultante é apresentado na Figura 11, onde identificam-se a presença de 5 unidades pedológicas, a saber:

1) Argissolo;

2) Cambissolo;

3) Chernossolo;

4) Neossolo;

5) Planossolo.

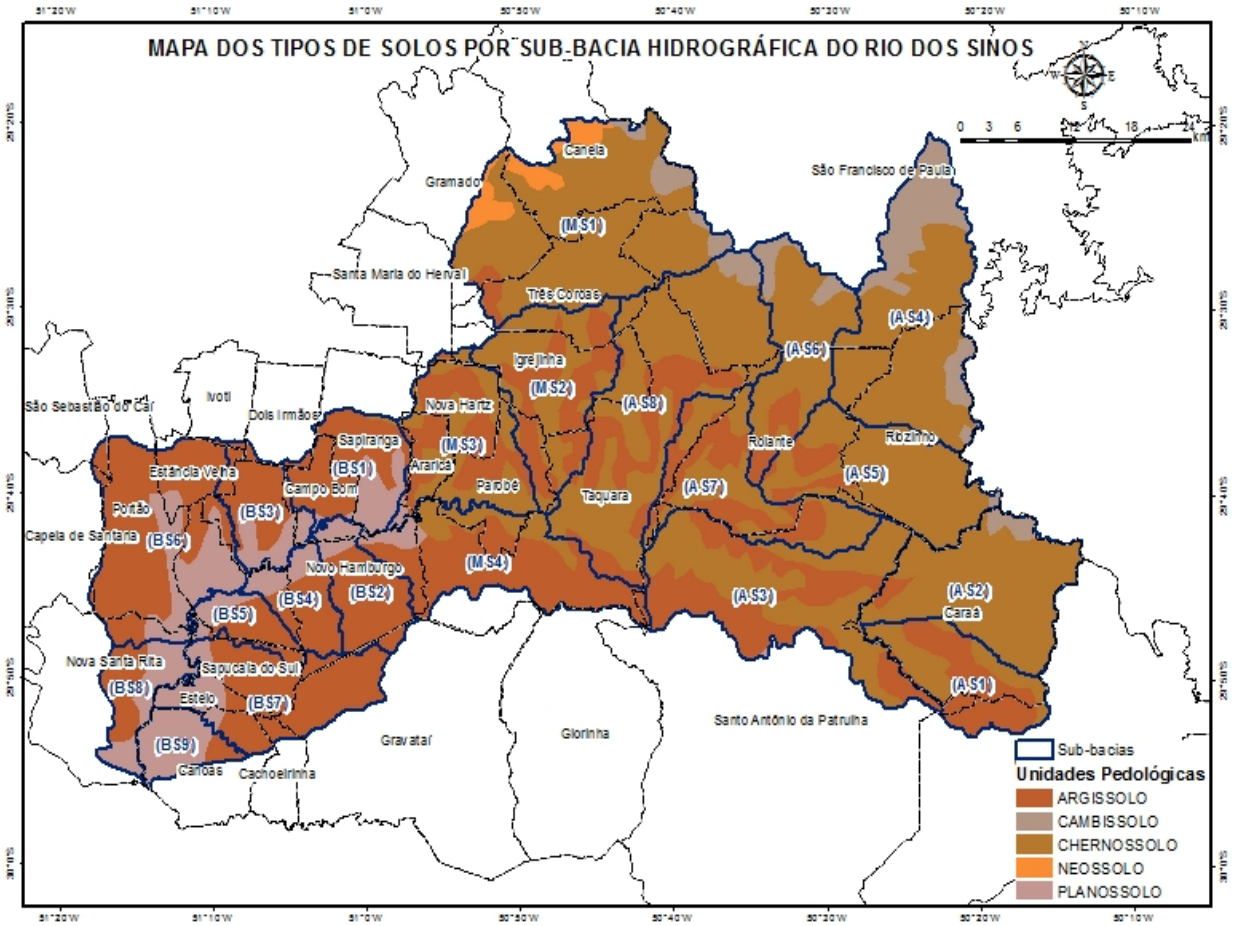


Figura 11 - Mapa dos tipos de solos por sub-bacia na Bacia
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Verifica-se que o chernossolo é a unidade pedológica que apresenta maior expressividade na Bacia do Rio dos Sinos, correspondendo 48% da sua totalidade, estendendo-se entre as sub-bacias do Alto Sinos e Médio Sinos.

Desse modo, cabe destacar que na sub-bacia do Alto Sinos – Trecho Médio (AS4) ocorre a maior frequência dessa unidade pois contempla 97% de sua área total. Esses solos de pequena e média espessura se caracterizam por teores consideráveis de matéria orgânica, cores escurecidas e boa fertilidade.

São encontrados em parte das planícies do Rio dos Sinos e seus afluentes. Pela presença em sua composição de material orgânico mal ou não decomposto, esse solo possui potencial alto para culturas anuais, com risco de inundação ocasional.

O argissolo é a segunda unidade pedológica mais frequente na Bacia do Rio dos Sinos. No que tange a distribuição espacial, o argissolo é destaque em função da sua presença em todas as sub-bacias, com exceção do Alto Sinos – Alto Rolante (AS4). Apresenta significativa frequência na sub-bacia do Baixo Sinos – Banhado/ Guari (BS2) que corresponde 84% da área total.

Em contrapartida, nas demais sub-bacias, essa unidade apresenta menor frequência, porém a presença é significativa, compondo mais que 50% das respectivas áreas totais, nas sub-bacias do Alto Sinos - Trecho Alto (AS1), Médio Sinos - Margem Esquerda (MS4), Baixo Sinos - Sapiranga/Campo Bom (BS1), Baixo Sinos - Novo Hamburgo (BS3), Baixo Sinos – Palmeira (BS4), Baixo Sinos - São Leopoldo (BS5), Baixo Sinos - Portão/Estancia Velha (BS6) e Baixo Sinos - Sapucaia/Esteio (BS7).

Com profundidades variáveis e pouco profundos, os argissolos são, juntamente com os latossolos, os solos mais expressivos do Brasil, sendo verificados em praticamente todas as regiões do país (IBGE, 2005).

Segundo a EMBRAPA (1999), para a área da Bacia do Rio dos Sinos, os argissolos apresentam minerais formados essencialmente por compostos inorgânicos em vários estágios de intemperismo. Na área da Bacia do Sinos, eles são classificados como argissolos vermelho distrófico e argissolos vermelho-amarelo distrófico, sendo, portanto, solos de baixa fertilidade natural, carecendo, portanto, de fertilização dos mesmos para uso agrícola.

Cabe destacar a propriedade das cores vermelho e amarelo, em função da presença de óxido de ferro, que quando aparecem de forma homogênea no perfil, indicam que há uma boa condição de drenagem. Os argissolos vermelho-amarelo distróficos tem maior incidência nos limites ao sul da bacia, nos trechos médio e inferior, e no trecho superior próximo à nascente do Rio dos Sinos.

Os demais tipos de solos são pouco expressivos na Bacia do Rio dos Sinos, em se tratando de áreas, pois correspondem a menos de 10%, sendo eles: cambissolo, planossolo e neossolo. O cambissolo contempla 4% da Bacia, distribuídos nas sub-bacias, (MS1), (AS8), (AS6), (AS5), (AS4) e (AS1). A sub-bacia (AS4) apresenta a maior frequência de cambissolo, representando 30% da área total.

Já o planossolo corresponde 8% da Bacia do Rio dos Sinos, com frequência significativa na sub-bacia (BS9), que contempla 85% de sua totalidade. O produto 5 – Base de Dados desse estudo, mostra as áreas em km² e o percentual de cada tipo de solo nas sub-bacias, evidenciando a frequência maior desses solos na região do Alto Sinos.

Os planossolo encontrados na área da Bacia do Rio dos Sinos, tem saturação por bases ≥ 50% com horizontes A ou A+E de textura arenosa com espessuras variando entre 50 e 100 cm. Sendo de origem aluvial, esses solos possuem menos nutrientes que os demais.

Pelo fato de serem mais arenosos têm melhores condições de drenagem da camada superficial, no horizonte A, sendo a taxa de decomposição da matéria orgânica mais elevada. São solos utilizados há décadas no cultivo de arroz irrigado.

O planossolo é encontrado nos municípios de Canoas na região da foz do Rio dos Sinos, Esteio, Nova Santa Rita, Sapucaia do Sul, São Leopoldo, Novo Hamburgo e Campo Bom. É observado grande concentração urbana na área de ocorrência desses solos, principalmente nos municípios de Canoas, Esteio, Sapucaia do Sul e São Leopoldo.

Os cambissolos apresentam na área da Bacia do Rio dos Sinos, grande variação de profundidade, podendo ser rasos ou profundos, além de grande variabilidade também em relação às demais características. Com relação a drenagem, esta varia de acentuada a imperfeita, apresentando qualquer tipo de horizonte A sobre horizontes B muitas vezes incipiente.

Apresentam-se com características de pedregosos, cascalhentos e mesmo rochosos, sendo disseminados preferencialmente nas regiões serranas ou montanhosas. É um solo mais húmico e rico em matéria orgânica no horizonte superficial, ocorrendo em áreas de maior altitude com características climáticas de geadas tardias e baixas insolações.

O uso desses solos para a agricultura exige altos investimentos em corretivos e fertilizantes, além de práticas conservacionistas. Na região da Bacia do Rio dos Sinos, sua incidência é predominante no compartimento geomorfológico do Planalto Tabular, que atinge até 980 metros de altitude, na porção nordeste da bacia, sendo de forma predominante no município de São Francisco de Paula.

Os neossolos caracterizam-se pelo seu pequeno desenvolvimento, pois são solos de formação recente, desenvolvidos a partir de variados tipos de rochas e encontrados em diversas condições de relevo e drenagem.

Embora apresentem horizonte A com espessuras de até 50 cm, seu horizonte B é com espessuras que geralmente não ultrapassam os 10 cm, apresentando assim baixa fertilidade natural e saturação de bases > 50%.

Em relação a Bacia do Rio dos Sinos, esses solos se apresentam associados a rochas, em porções fragmentadas da bacia. Registra-se a sua presença nos municípios de Canela e Gramado, compreendendo uma pequena área em relação à bacia estudada, na face norte-nordeste da bacia nos municípios de Caraá, Riozinho, Rolante, Três Coroas e Taquara.

2.3.4 Fisiografia das Sub-bacias

A metodologia de caracterização dos dados fisiográficos da Bacia do Rio dos Sinos, foi estruturada nas seguintes etapas: a) Manipulação dos dados SRTM; b) Divisão de sub-bacias e regiões hidrográficas; c) Extração dos índices morfométricos por sub-bacias e regiões; e d) Análise dos dados.

Na etapa de fragmentação da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, tanto para as sub-bacias, como para os compartimentos (Alto, Médio e Baixo Sinos), considerou-se os índices morfométricos, a cartografia, os tributários do Rio dos Sinos e as características distintas que o curso do rio apresenta tanto a montante, como na sua foz.

No Produto 5 - Base de Dados do EAP-SINOS, foi apresentada a metodologia e cálculo das características fisiográficas das sub-bacias. Utilizou-se o modelo SRTM para as questões altimétricas, e as bases de sub-bacias e hidrografia adotadas no presente estudo.

Considerando-se a lógica da maior declividade, definiu-se o curso d´água em cada sub-bacia que representava o talvegue principal.

Extraídas as variáveis morfométricas de cada sub-bacia, e calculadas a densidade de drenagem " D_d" em km/km² e o tempo de concentração " t_c" em horas, de acordo com o item 2.1.3 da base de dados desse Estudo, obteve-se os seguintes resultados, conforme apresentados no Quadro 11 abaixo:

Quadro 11 - Características fisiográficas das sub-bacias hidrográficas

SUB-BACIA	COTA DE JUSANTE (m)	COTA DE MONTANTE (m)	DESNÍVEL ALTURA (m)	ÁREA DA BACIA (km²)	COMPRIMENTO TODOS CURSOS D'ÁGUA (km)	COMPRIM. TALVEGUE PRINCIPAL (km)	DENSIDADE DE DRENAGEM (km/km²)	TEMPO DE CONCENT. (h)
AS1	35	236	201	122,90	116,60	28,70	0,9	6,0
AS2	39	653	614	209,20	180,70	33,30	0,9	4,6
AS3	22	287	265	284,70	300,30	55,20	1,1	11,4
AS4	87	937	850	298,70	357,60	37,50	1,2	4,7
AS5	40	501	461	192,80	177,40	29,40	0,9	4,4
AS6	40	874	834	152,20	145,10	52,70	1,0	7,0
AS7	25	375	350	171,50	168,40	31,70	1,0	5,4
AS8	25	820	795	356,10	348,10	58,70	1,0	8,0
MS1	60	548	488	388,09	365,15	27,06	0,9	4,0
MS2	22	264	242	181,55	174,41	31,59	1,0	6,2
MS3	14	261	247	170,79	173,91	16,84	1,0	3,0
MS4	23	291	268	195,08	213,20	20,01	1,1	3,5
BS1	11	54	43	116,90	107,80	16,00	0,9	5,5
BS2	11	60	49	84,70	93,00	9,90	1,1	3,0
BS3	9	41	32	81,00	65,90	12,50	0,8	4,6
BS4	11	88	77	65,13	75,66	10,79	1,2	2,8
BS5	9	95	86	49,08	67,63	8,91	1,4	2,1
BS6	9	43	34	258,24	245,84	17,96	1,0	6,9
BS7	8	90	82	169,51	177,59	24,64	1,0	7,1
BS8	7	19	12	72,24	64,99	6,42	0,9	3,1
BS9	3	28	25	52,23	44,55	5,98	0,9	2,2

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Com relação a influência das variáveis, que geraram as características fisiográficas da bacia, e sua implicação nas enchentes de cada trecho e no exutório, aumentando o efeito das enchentes tanto no interior da sub-bacia, como na jusante da mesma, algumas considerações devem ser destacadas para melhor entendimento da modelagem matemática adotada:

- Área: Quanto maior for a área da sub-bacia, maior será o volume que passará para o exutório da mesma;
- Amplitude altimétrica, relevo e declividade: Estão intrinsecamente ligados a velocidade de escoamento, ou seja, quanto maior o valor, mais rápido é o escoamento, reduzindo assim o acúmulo de água na bacia;
- Distância: Quanto maior a distância do exutório de uma sub-bacia à foz do Rio dos Sinos, menor será a influência que ela irá exercer nas enchentes na foz do mesmo;
- Densidade de drenagem: Quanto maior a densidade, maior a velocidade com que a água atinge o rio. Há que se considerar aqui o substrato rochoso, que quando mais permeável, reduz a capacidade de formação de canais, diminuindo assim a densidade de drenagem;
- Índice de circularidade: Forma da sub-bacia, o que influencia na retenção da água das chuvas. Quanto mais circular for, mais água retém, aumentando a suscetibilidade às enchentes, e reduzindo os efeitos a jusante;
- Índice de sinuosidade: Relação entre o comprimento verdadeiro do canal e seu comprimento vetorial. Quanto maior a sinuosidade, menor a velocidade de escoamento, ou seja, maior retenção de água na sub-bacia.

Na Figura 12 pode-se observar a densidade de drenagem " D_d" e os cursos d'água utilizados para o cálculo do tempo de concentração " t_c" em cada sub-bacia.

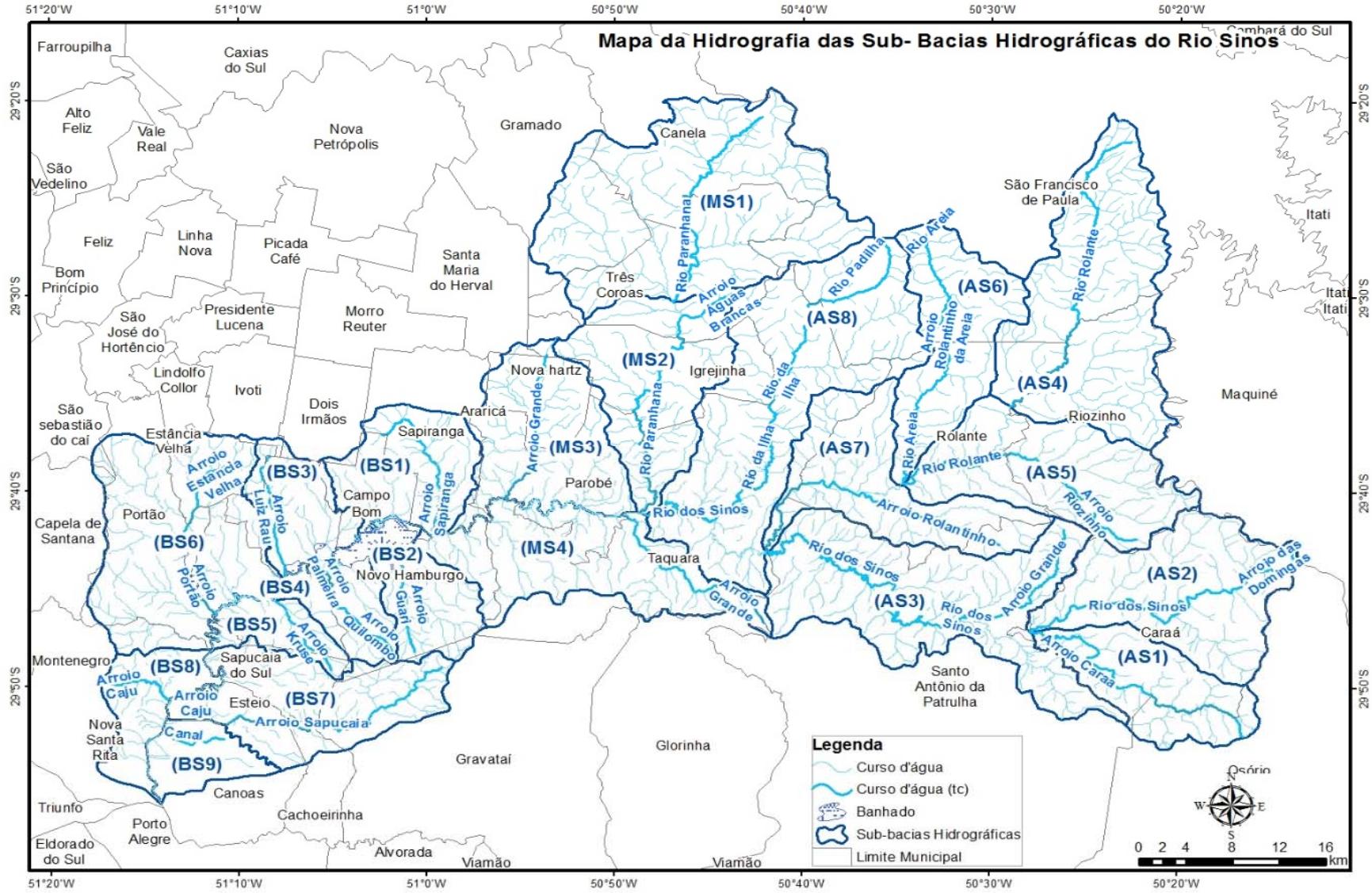


Figura 12 - Hidrografia das sub-bacias
(Fonte: PRH-SINOS, 2014)

Analisando as variáveis morfométricas coletadas na Bacia do Rio dos Sinos e os resultados obtidos de densidade de drenagem " D_d" e tempo de concentração " t_c" em cada sub-bacia, observa-se com relação aos compartimentos que:

- Alto Sinos: Os rios Paranhana, da Ilha, Rolante e Alto do Rio dos Sinos, apresentam os maiores índices de amplitude altimétrica, relação de relevo e declividade média, e as menores proporções de densidade de drenagem da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos.

  Na região do Rio Rolante encontra-se a maior área de contribuição da bacia, com 664 km², amplitude altimétrica de 965 m e declividade média de 23,21%, além de apresentar a menor área de drenagem, em função de seu Índice de circularidade. As maiores sub-bacias encontram-se nessa região do Alto Sinos, todas com áreas > 150 km², destacando-se a sub-bacia do Rio da Ilha com 318 km² e menor sinuosidade de drenagem (1,26).

  Os maiores índices de elevação de declividade e amplitude altimétrica, encontram-se nos rios Padilha e da Ilha. A região do Alto Sinos, composta pelas sub-bacias AS1, AS2 e AS3 (arroio Caraá), na porção mais a montante da bacia, possuem área de contribuição de 619 km² e amplitude altimétrica de 901 metros, semelhantes ao Rio Paranhana, embora apresentem declividades inferiores (17,01%). Essa é também a região mais distante da foz da bacia, com 83,89 km;

- Médio Sinos: A região do Médio Sinos tem amplitudes altimétricas < 764 m e declividade de 9,98%, em função de sua proximidade com a foz da bacia, que fica a ≈ 28 km. Essa região possui uma área de contribuição de 978,81 km² e um alto valor de densidade de drenagem. A região possui também o menor índice de circularidade da bacia $I_c = 0{,}09$.

  Com relação a amplitude altimétrica, a sub-bacia do Médio Sinos – Grande/Funil (MS3), na região dos municípios de Nova Hartz, Araricá e Parobé, é a que apresenta respectivamente, o maior e menor valor, de 757 m no Arroio Grande e 238 m no Arroio Funil.

- Baixo Sinos: Encontra-se o exutório da bacia, com amplitude altimétrica de apenas 339 m e declividade média de 5,43%. Essa região apresenta a maior densidade de drenagem da bacia hidrográfica (1,41), que está associada a baixa capacidade de infiltração de água no solo e no substrato rochoso.

2.3.5 Usos e Ocupação Atual do Solo na Bacia

Historicamente, a ocupação do solo na RMPA, se deu a partir dos cursos d'água, junto às margens, pois esses eram os caminhos naturais de comunicação entre as diferentes regiões. Dessa maneira, o padrão de ocupação foi determinado pela hidrografia.

Com o passar do tempo, os eixos hidrográficos mudaram, sendo substituídos pelos rodoviários, porém mantendo-se a mesma distribuição espacial de ocupação urbana e circulação.

Cabe destacar aqui a influência desses eixos, pois sua inserção no cenário da região, em especial do Baixo Sinos, acelerou o processo de ocupação urbana e industrial de grandes áreas da Bacia.

Em especial as planícies de inundação situadas nas margens direitas do Rio e próximas dos centros urbanos dos municípios de Campo Bom e Novo Hamburgo, bem como na margem esquerda nas áreas urbanas de São Leopoldo, Sapucaia do Sul, Esteio e Canoas.

Cabe destacar, que o Rio dos Sinos, de todos os rios integrantes da Bacia Hidrográfica do Guaíba (Vacacaí-Mirim, Jacuí, Taquari, Antas, Caí, Gravataí, Guaíba e Pardo), é considerado o mais poluído da região, pois tem o maior parque industrial, com destaque para as indústrias couro-calçadistas, petroquímicas e metalúrgicas.

O setor primário é pouco desenvolvido, com agricultura e pecuária somente no seu curso superior.

Segundo o COMITESINOS (2005), as áreas altas e médias da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, são dominadas pela agropecuária, sendo que nas áreas mais íngremes, em pequenas propriedades existe agricultura de subsistência de grãos e hortifrutigranjeiros. Os solos do Médio Sinos são muito utilizados como pastagens destinadas à pecuária.

Nas zonas mais baixas do Rio dos Sinos, são encontradas áreas planas e alagáveis em parte não urbanizadas, geralmente cultivadas com arroz irrigado.

No trecho entre Três Coroas e o município de Canoas predominam áreas urbanizadas com alto grau de industrialização.

As plantações irrigadas, que tem como características marcante a sazonalidade anual, são bastante significativas, chegando a atingir consumos máximos na ordem de 5 m³/s em meses de verão.

O PRH-SINOS indica uma área irrigada na porção média alta da bacia de 1.878 ha e de 3.587ha na porção do Baixo Sinos.

A Bacia do Rio dos Sinos foi alvo de diversas iniciativas de mapeamento do uso do solo, algumas específicas para a Bacia, outras abrangendo todo o Estado.

A classificação do uso do solo por imagens de satélite é muito sensível à escolha do conjunto de classes a ser mapeado e à metodologia de classificação.

O trabalho acadêmico de Lima (UFRGS, 2011), compara a classificação de duas imagens com um número restrito de classes, mas usando a mesma metodologia, baseada em classificação supervisionada, com coleta de pontos amostrais em campo.

O Quadro 12 apresenta a comparação de áreas obtidas entre 1993 e 2009.

Quadro 12 - Comparação de classes de uso dos solos entre os anos de 1993 e 2009

CLASSES DE USO DO SOLO (ha)	ANO DE 1993	ANO DE 2009	EVOLUÇÕES (%)
Vegetação	131.553	138.569	+ 5,33 %
Campo em Área Agrícola	167.414	137.404	- 17,92 %
Solo Exposto	25.844	42.910	+ 66,03 %
Florestamento	4.864	16.120	+ 231,41 %
Mancha Urbana	18.424	26.286	+ 42,67 %
Corpos d'água	783	776	- 0,09 %
Total Geral	**348.882**	**362.065**	

(Fonte: LIMA, 2011)

Esse trabalho evidenciou algumas das dificuldades dessa metodologia, como a presença de nuvens e sombras, o que impossibilitou o levantamento total da área da bacia, e dificuldades de diferenciação entre florestamento (silvicultura), como observado na Figura 15. Nesse período, o autor observou um significativo aumento da área de silvicultura.



Figura 13 - Área de florestamento de cobertura vegetal nativa no município de Riozinho (Fonte: Lima, 2011)

Outra questão interessante foi abordada nesse trabalho: observou-se um acréscimo de "vegetação" e uma redução de "campo ou área agrícola" nesse período. O autor atribui esse fenômeno ao abandono e fragmentação de pequenas propriedades rurais, devido ao desinteresse das novas gerações de prosseguir com a tradição rural familiar.

Quando o número de classes a serem identificadas é mais detalhada, emprega-se um esforço bem maior no processo de classificação de imagens, gerando, por consequência resultados mais precisos e confiáveis.

Conforme descrito no Produto 5 - Base de Dados do EAP-SINOS, o Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Ecologia da UFRGS, produziu um mapa de cobertura vegetal, para todo o Rio Grande do Sul, baseado em imagens de satélite de 2002, conforme edição atualizada até 2015 *(Hasenack, H.; Cordeiro, J.L.P; Weber, E.J. (Org.). Uso e cobertura vegetal do Estado do Rio Grande do Sul – situação em 2002. Porto Alegre: UFRGS IB Centro de Ecologia, 2015. 1a ed. ISBN 978-85-63843-15-9).*

Trata-se de um trabalho minucioso que contempla inclusive vetorização manual. O produto resultante, apresentado na Figura 14, pode ser considerado como uso de solo.

Encontra-se em elaboração o mapeamento da cobertura vegetal com os mesmos critérios para os anos de 2009 e 2014, o que permitirá uma comparação direta do cenário de cobertura vegetal e uso do solo da bacia.

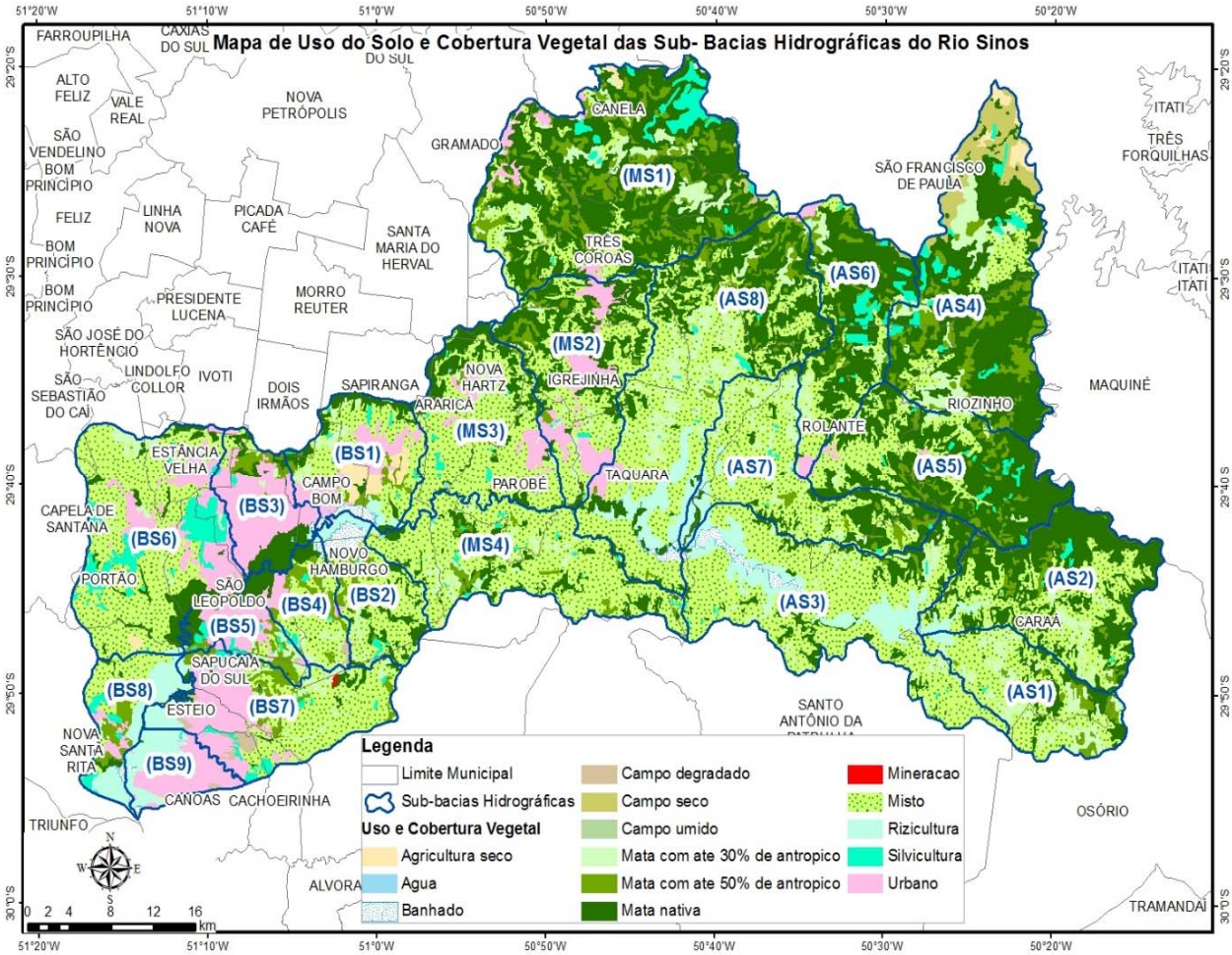


Figura 14 - Uso do solo e cobertura vegetal – Situação no ano de 2002 (Fonte: UFGRS, 2009)

O mapa do uso do solo proveniente do SIG do PRH-SINOS, incorporado no Produto 5 - Base de Dados do EAP-SINOS, e apresentado na Figura 15, contém 10 classes de uso.

O mapeamento foi baseado no mesmo mapa de cobertura vegetal de 2002, entretanto, utilizando a versão disponível do mapa de cobertura vegetal em 2008, conforme publicação do IBGE - mapeamento do uso antrópico e remanescentes de vegetação do Bioma Pampa (MMA/UFRGS, 2008).

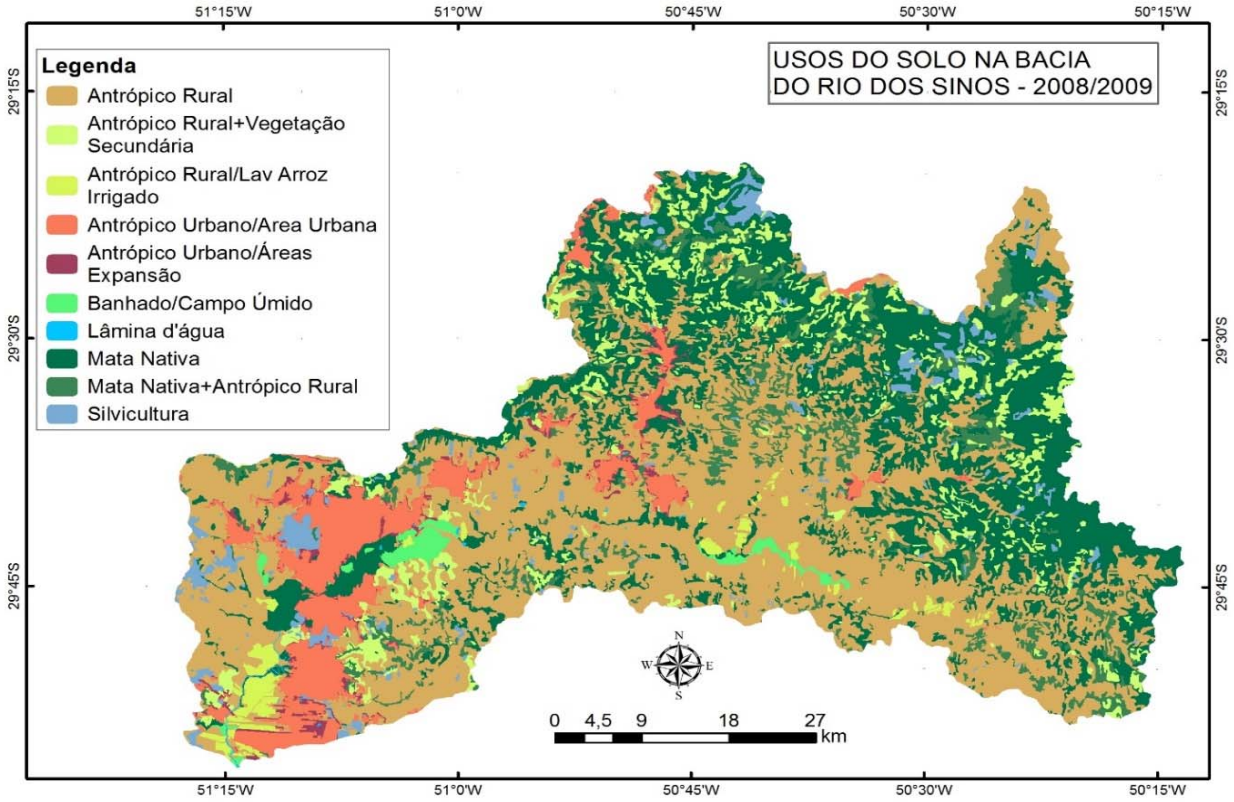


Figura 15 - Usos do solo na Bacia -2008/2009
(Fonte: PRH-SINOS, 2014)

De acordo com o relatório do SIG do PRH-SINOS:

> *"com base em observações locais e estudo do mapa a legenda gerada no trabalho original foi condensada em 10 (dez) itens: (I) Mata Nativa; (II) Mata nativa + Antrópico Rural; (III) Silvicultura; (IV) Antrópico Rural; (V) Antrópico Rural (lavoura de arroz irrigado); (VI) Antrópico Rural + Vegetação Secundária; (VII) Antrópico Urbano (área urbana); (VIII) Antrópico Urbano (área em expansão); (IX) Banhado/ campo úmido; (X) Lâmina d'água."*

Não foram registradas informações mais detalhadas sobre a metodologia de atualização e edição que foram utilizadas na ocasião.

Ao comparar os dois mapeamentos através da operação "Interseção" de análise geográfica, verifica-se forte correlação entre as classes.

São apresentadas novas legendas para as classificações divergentes: em amarelo, destaca-se áreas que foram consideradas Rizicultura em 2002, mas foram classificadas de outra forma em 2008 e em vermelho, destaca-se áreas que receberam classificações divergentes entre esses mapeamentos.

O detalhe da Figura 16 revela a dificuldade de diferenciação do cultivo de arroz por essas técnicas de sensoriamento remoto, requerendo um estudo mais detalhado.

A simples avaliação de área de "Rizicultura" em 2002 com a classe correspondente "Antrópico Rural / Lavoura de Arroz Irrigado" em 2008, indicaria uma significativa redução de área de arroz plantado, mas entende-se que esse dado não pode ser avaliado sob uma ótica tão simplista.

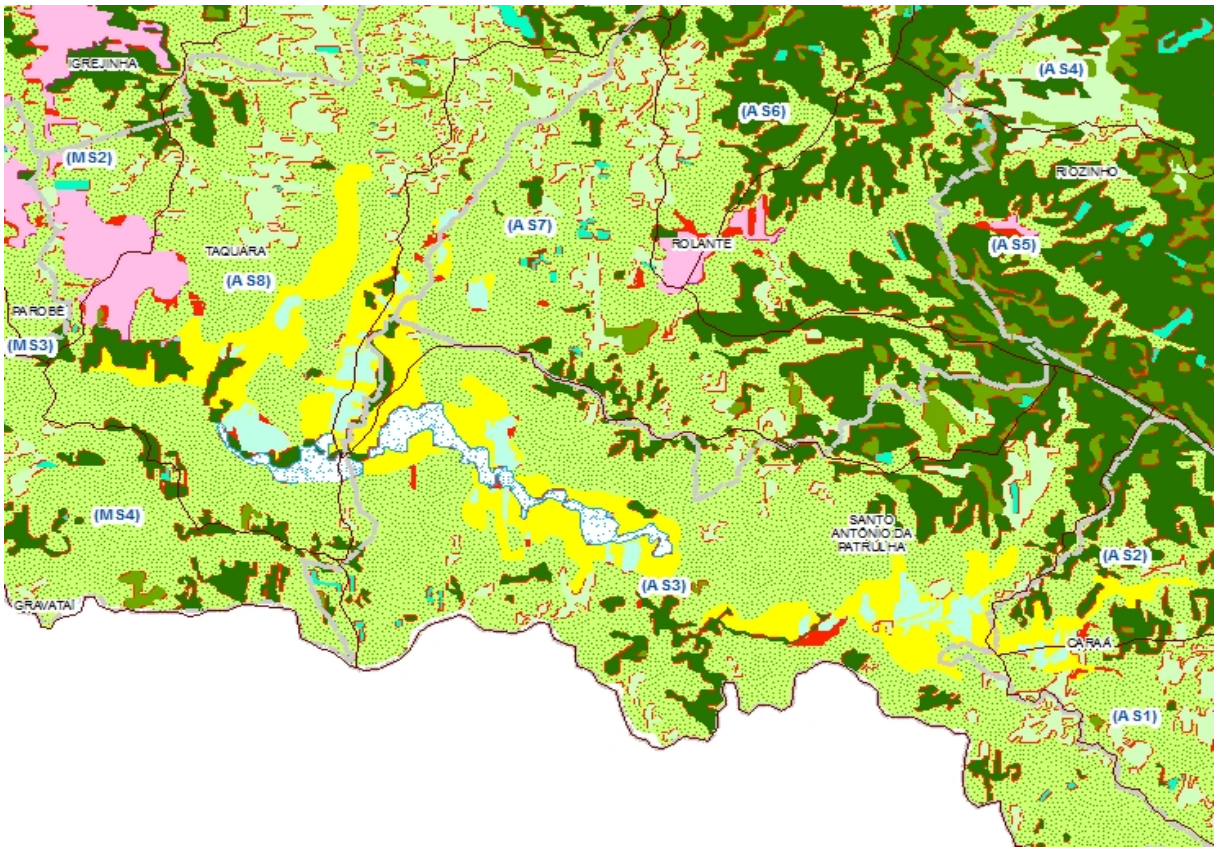


Figura 16 - Áreas de rizicultura - divergências entre os dados da UFRGS/2009 e PRH-SINOS/2014 (Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Na análise da superfície total e da respectiva classe de uso dos solos, observa-se que a Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos apresenta em sua maior parte áreas rurais antropizadas e próximas ao curso dos rios dos Sinos, Paranhana, da Ilha e Rolante, sendo mesclada essa antropização com as zonas urbanas na região do Baixo Sinos.

As regiões de mata nativa encontram-se na porção do Alto Sinos e são mescladas com fragmentos de áreas antropizadas rurais com vegetação secundária.

A antropização de áreas urbanas e áreas em expansão é maior na região do Baixo Sinos nos municípios de Estância Velha, Portão, Novo Hamburgo, Campo Bom, São Leopoldo, Sapucaia do Sul, Esteio, Nova Santa Rita e Canoas, sendo ainda registradas essas áreas urbanas antropizadas também nas margens do vale do Rio Paranhana, próximo aos municípios de Três Coroas, Igrejinha, Parobé e Taquara.

Em menores escalas, são visualizados também no mapa de usos do solo da bacia do Rio dos Sinos, as áreas de plantio de arroz irrigado, banhados e campos úmidos, lâminas de água e silvicultura. O Quadro 13 apresenta uma correlação de áreas entre os mapeamentos de uso do solo em 2002 e 2008.

Quadro 13 - Correlação de áreas entre os dados da UFRGS/2009 e PRH-SINOS/2014

CLASSE VEGETAÇÃO 2002 (LINHA) X CLASSE DE USO DO SOLO 2008 (COLUNA) - TOTAL DE ÁREA EM "ha"	ANTRÓPICO RURAL	ANTRÓPICO RURAL / LAVOURA DE ARROZ IRRIGADO	ANTRÓPICO RURAL + VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA	ANTRÓPICO URBANO / ÁREA URBANA	ANTRÓPICO URBANO / ÁREAS DE EXPANSÃO	BANHADO / CAMPO ÚMIDO	LÂMINA D´ÁGUA	MATA NATIVA	MATA NATIVA + ANTRÓPICO RURAL	SILVICULTURA	TOTAL GERAL
Agricultura Seco	2.406		24	9	78			28	6	1	2.552
Água	53	17	5	6	27	15	297	37	1		458
Banhado	72	23	2	8	11	2.708	7	17			2.848
Campo Degradado	695		4	6	145		1	3	11	9	874
Campo Seco	3.562		1					84	1	21	3.669
Campo Úmido				1	41	8					50
Mata 30% Antrópico	1.641	4	339	41	264	67	1	483	22.683	74	25.597
Mata 50% Antrópico	383		22.392	48	797	41		1.621	332	80	25.694
Mata Nativa	3.564	141	1.600	142	540	434	49	96.478	508	344	103.800
Mineração	35								4		39
Misto	136.968	376	365	206	2.221	242	16	3.316	1.634	307	145.651
Rizicultura	9.116	4.872	17	14	175	376	36	122	14	11	14.753
Silvicultura	336	5	71	35	333			358	77	9.916	11.131
Urbano	278	17	45	4.152	24.329	5	9	106	26	65	29.032
Total Geral:	159.109	5.455	24.865	4.668	28.961	3.896	416	102.653	25.297	10.828	366.148

(Fonte: UFRGS,2009 e PRH-SINOS, 2014)

Considerando as compartimentações da Bacia do Rio dos Sinos, e as informações disponibilizadas pelo Projeto de Educação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (2007), onde traçou-se um panorama geral sobre a ocupação e as principais alterações nos usos dos solos, pode-se afirmar que:

Na região do Alto Sinos, ou região das terras altas, que compreende principalmente os municípios de Caraá, Santo Antônio da Patrulha, Riozinho, Rolante e nas proximidades da nascente do Rio dos Sinos, vivem índios Guaranis.

Além deles, encontra-se também pequenos núcleos de origem alemã, sendo predominante na região, no entanto, a cultura italiana.

As populações nessa área se dedicam as plantações de fumo, verduras e milho, além de agropecuária. Mesmo sendo a região mais distante da foz, já é possível verificar-se sinais de destruição, por meio do desmatamento e da poluição.

Nas terras onduladas, na região do Médio Sinos, composta principalmente pelos municípios de Araricá, Nova Hartz, Parobé, Taquara e Igrejinha, a população é formada por alemães e poloneses.

As atividades nessa região, giram em torno da agropecuária, dos arrozais e das pastagens. As alterações do meio físico são bem mais intensas, com muitos desmatamentos, desvios de cursos do rio para irrigação e dragas que fazem a extração de areia para a comercialização.

É observado também nessa região, que o rio já apresenta vestígios de poluição industrial e residencial.

Nas cidades de Sapiranga, Campo Bom, Estância Velha, Portão, Novo Hamburgo, São Leopoldo, Sapucaia do Sul, Esteio e Nova Santa Rita, na região do Baixo Sinos, a colonização de descendência alemã, conta atualmente com uma população mais diversificada, em função do avanço da industrialização na região nos últimos 30 anos, das quais se destacam as indústria coureiro-calçadista e metalúrgica.

Nessa área observa-se intenso processo erosivo, desmatamento e substituição, por eucaliptos, da vegetação nativa das matas ao longo do rio.

É observado ainda, intensa poluição do solo e da água, com presença de grande quantidade de lixo industrial e doméstico, que como consequência causam alto grau de contaminação ao Rio dos Sinos.

Destaca-se também nesse diagnóstico, outra fonte de dados sobre usos do solo na bacia, que é proveniente do Projeto MONALISA, de Monitoramento das Alterações Ambientais em Arroios na área da Bacia, conforme mostrado na Figura 17.

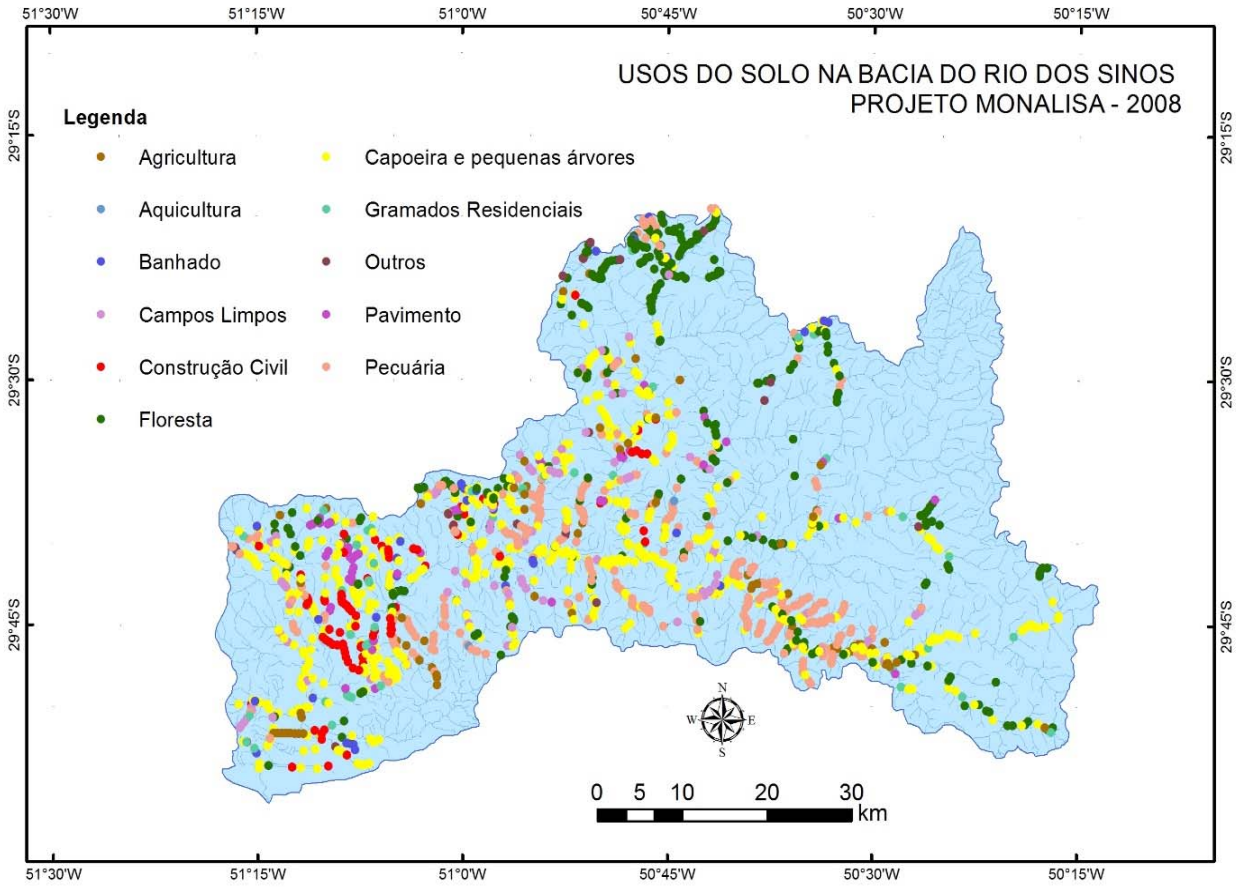


Figura 17 - Usos do solo na Bacia -Projeto MONALISA - 2008
(Fonte: PRH-SINOS, 2014)

Este projeto coletou informações em 1636 pontos da bacia e foi disponibilizado no SIG do PRH-SINOS. Entre as informações mais importantes apresentados no shapefile destaca-se: vegetação ripária, uso do solo, vegetação recente, agropecuária, tipo de criação, severidade (grau de degradação), correção (alternativas para corrigir a degradação) e acesso (ao ponto registrado).

Um dado que se extraí desse projeto, que chama a atenção sobre as áreas de extensão de cultivo de arroz irrigado, é de que as áreas licenciadas pela FEPAM, são menores do que as áreas identificadas pelas imagens de satélite, chegando a números superiores a 50%.

Dentro da atividade industrial predominante na área da bacia do Rio dos Sinos, a produção de bens de consumo não duráveis, especialmente couro e calçado se destaca. O setor concentra 28,47% dos estabelecimentos industriais totais, sendo 35,44% de bens de consumo e 23,01% de bens de produção.

Devido ao alto índice ocupacional da região do Médio e em especial do Baixo Sinos, principalmente onde se encontram os municípios da metrópole, os esgotos se tornam os principais agentes poluidores dos cursos fluviais.

Além dos esgotos, outro aspecto que contribui para a degradação da qualidade das águas são as áreas urbanas desprovidas de sistemas de saneamento básico.

De forma geral, a ocupação urbana e industrial acarretou ao longo dos anos em toda a bacia, lançamentos de efluentes domésticos e industriais não tratados adequadamente, com cargas significativas, especialmente os provenientes das empresas de pequeno e médio porte.

Numa análise geral sobre os usos e ocupação do solo atualmente na Bacia do Rio dos Sinos, pode-se afirmar que ele tem sofrido as consequências da intensa utilização de suas áreas com práticas agropecuárias inadequadas na parte média e alta da bacia.

Além do que a industrialização e a urbanização desordenada nas regiões médias e inferiores vêm cada vez mais acentuando os problemas já existentes de escassez de água, contaminação do rio com efluentes líquidos, depósitos irregulares de lixo, processos erosivos, e alteração do leito natural do Rio dos Sinos e seus afluentes.

2.4 Síntese do Plano da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos

No contexto da caracterização da bacia hidrográfica, torna-se relevante resgatar o conteúdo do principal instrumento de planejamento, que é o Plano de Bacia. Nessa seção é apresentada uma síntese do conteúdo do Plano. A avaliação específica do Plano de Bacia relacionado com as questões de drenagem é apresentada na seção 4.2.1 do presente documento.

O processo de planejamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos iniciou em 2008 com os estudos do Plano de Bacia do Rio dos Sinos elaborados pelo Consórcio Público de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (Consórcio Pró-Sinos) mediante contratação de empresas de consultoria, contando com articulação social do ComitêSinos.

Este Plano foi finalizado em 2011 e abrangeu em seu escopo técnico a constituição de um grupo multi-institucional de acompanhamento do processo de elaboração do Plano, a mobilização social, o diagnóstico da bacia, o prognóstico (incluindo cenários futuros e a retomada do processo de Enquadramento) e a definição de um programa de ações e critérios de outorga.

Em 2013 o Departamento de Recursos Hídricos da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (DRH/SEMA), contratou empresa de consultoria para a elaboração da última etapa do Plano que envolveu a complementação do Enquadramento, um Programa de Ações, cobrança pelo uso da água e diretrizes gerais para outorga. Este Plano foi finalizado em 2014.

2.4.1 Diagnóstico dos Recursos Hídricos

O Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, iniciado em 2008, além de descrever as paisagens da bacia, caracteriza a situação atual dos recursos hídricos da Bacia a partir de um balanço hídrico entre disponibilidades e demandas/consumos hídricos superficiais.

Para a caracterização das disponibilidades hídricas foram utilizadas as vazões críticas (Q_{90} e a $Q_{mín,jan}$). Utilizando-se de 25 postos pluviométricos (Figura 18) e apenas um posto fluviométrico (estação Campo Bom) foi possível realizar a transferência espacial da informação hidrológica e a caracterização da disponibilidade hídrica de todos os segmentos da bacia.

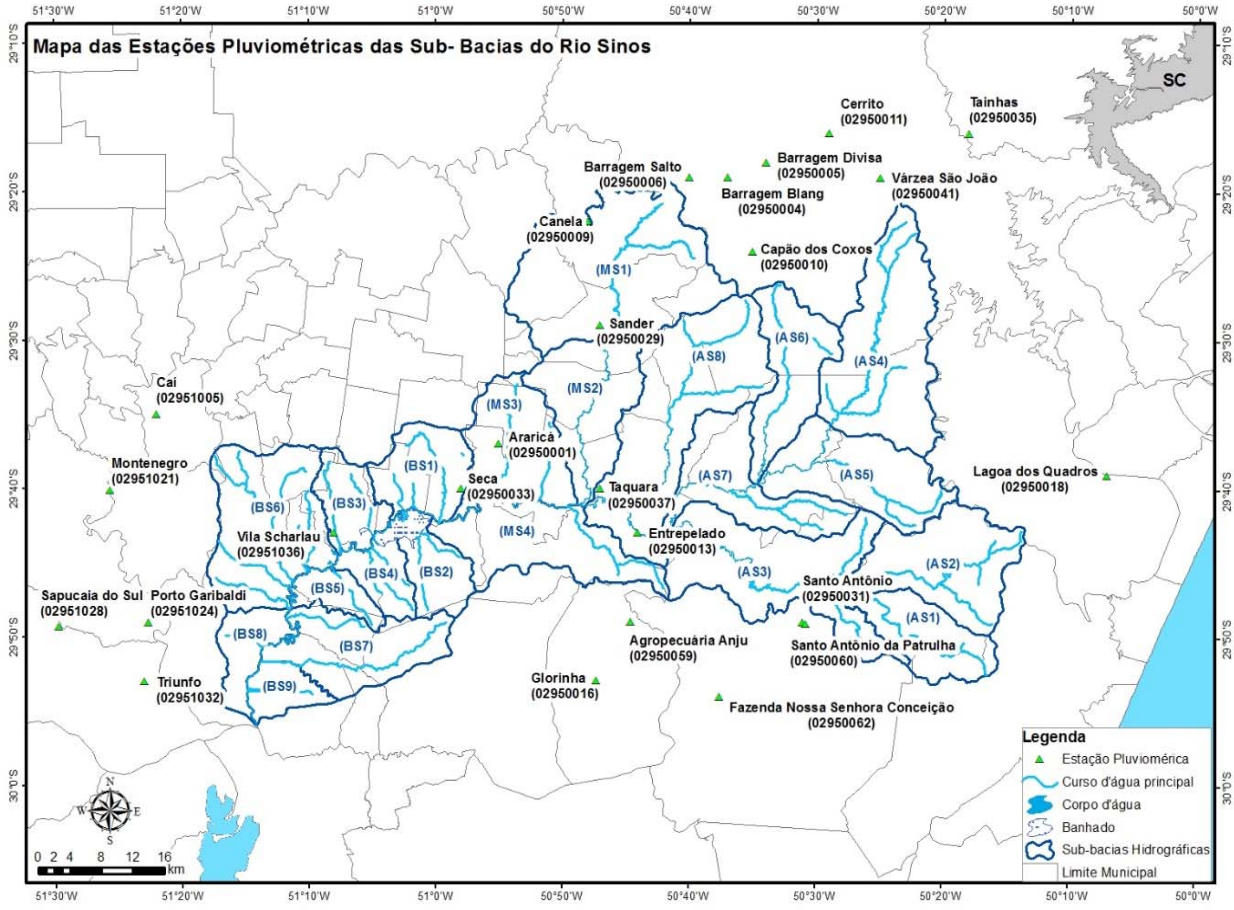


Figura 18 - Estações pluviométricas das sub-bacias do Rio dos Sinos (Fonte: PRH-SINOS, 2014)

Analisando as demandas hídricas estimadas para a bacia, a porção baixa se destaca, sendo o protagonismo dividido entre consumo humano (51%) e irrigação (30%) nos meses de irrigação, enquanto nos demais meses o abastecimento para consumo humano passa a representar 72%.

Ao se confrontar as disponibilidades hídricas superficiais e as demandas/consumos de água na Bacia Hidrográfica obtiveram-se os balanços hídricos do cenário atual e dos cenários futuros.

Foram apresentados os balanços hídricos para cada uma das 21 Unidades de Estudo, para os três compartimentos (Alto, Médio e Baixo) e para a bacia como um todo.

Os saldos hídricos de montante não foram acumulados nos segmentos de jusante com o intuito de caracterizar a situação específica de cada unidade, pois estes saldos somente são disponibilizados na calha principal do curso hídrico o que significa uma restrição ao uso.

A seguir é apresentada a análise dos balanços hídricos disponibilidade *versus* demandas de água em termos de vazões (m³/s) do cenário atual:

- Considerando a situação mais crítica (Qmín,jan), ocorrem, déficits no Alto Sinos (AS2 e AS6) e na BS1, além da intensificação do déficit nas demais unidades. Mesmo nesta situação, ainda há disponibilidade junto à calha do Rio dos Sinos;

- Considerando a Q90%, observaram-se déficits hídricos apenas no Baixo Sinos, nas áreas com maior concentração populacional: BS3 (Novo Hamburgo), BS5 (São Leopoldo), BS7 (Sapucaia/Esteio), BS8 (Nova Santa Rita) e BS9 (Canoas). No entanto, os três últimos, que apresentaram os maiores déficits, se encontram sob influência do remanso hidráulico do Delta Jacuí/Lago Guaíba.
- Como resultado dos balanços com base nas demandas de água, pode-se concluir que mesmo nas situações mais críticas ainda haverá condições de atendimento às demandas tendo por base a calha do Rio dos Sinos. Determinados usos, cujas captações não ocorram diretamente no Rio dos Sinos, poderão apresentar insuficiência hídrica.

Cabe destacar a transposição de água do Rio Caí para a Bacia do Rio Sinos, que em decorrência da regra operacional do Sistema Salto-Bugres-Canastra, podem ocorrer situações específicas em que são liberadas maiores quantidades de água em determinadas horas do dia.

O efeito da transposição, e suas regras de operação devem ser levados em consideração nos estudos de simulação hidráulica do Rio dos Sinos.

Na atualização do Plano da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, dentro da atividade de Consolidação do Diagnóstico foi apresentada a atualização do balanço hídrico realizado no Plano de Bacia finalizado em 2011.

Foi feito o ajuste na determinação das demandas de água (resultado de processo de consulta aos setores usuários de água) e o consequente ajuste dos balanços hídricos disponibilidade *versus* demandas/consumos de água.

Comparando à situação anterior, verifica-se que ocorreu uma redução na demanda global da Bacia, de 12,4 para 10,1 m³/s. Isso ocorreu devido à redução da demanda na agricultura irrigada (a demanda unitária passou de 12.000 para 8.500 m³/ha).

Essa nova situação alterou a participação de cada setor sobre o total demandado:

- Em termos de vazões: o abastecimento público (uso humano) aumentou sua participação de 28,4 para 35,4%, enquanto a irrigação reduziu sua participação de 60,5 para 52,7%.

  Vale ressaltar que as vazões expressam a situação instantânea quanto às demandas de água. Em termos espaciais, 76% da demanda global ocorre na porção baixa da Bacia e 20% na alta.
- Em termos de volumes anuais: também se observa a mesma situação, com aumento da participação do abastecimento (de 50,7 para 57,3%) e redução da irrigação (de 29,5 para 23,4%).
- Os volumes anuais demandados mostram a situação global da Bacia e não instantânea, como as vazões. Em termos espaciais, 82% da demanda global ocorrem na porção baixa da Bacia e 12% na alta.

Para os consumos de água, comparando com a situação anterior (Plano Sinos), verificou-se também uma redução, de 6,0 para 4,7 m³/s, pelo mesmo fato anteriormente comentado.

Essa nova situação, alterou a participação de cada setor sobre o total consumido:

- Em termos de vazões: o abastecimento público aumentou sua participação de 11,6 para 15,3%, a indústria aumentou sua participação, de 4,3 para 7,4%, e a irrigação reduziu sua participação de 83,3 para 76,5%. Em termos espaciais, 71% do consumo global ocorrem na porção baixa da Bacia e 26% na alta.
- Em termos de volumes anuais: aumento da participação do abastecimento (de 29,4 para 34,3%), aumento da participação da indústria (de 10,9 para 16,6%) e redução da irrigação (de 57,7 para 47,1%). Em termos espaciais, 76% da demanda global ocorrem na porção baixa da Bacia e 18% na alta.

Analisando os balanços hídricos disponibilidades *versus* demandas de água e considerando as disponibilidades hídricas com permanência temporal de 90%, os déficits hídricos ocorrem em praticamente todas as Unidades de Estudo da porção baixa da Bacia e, ainda, em duas unidades da porção alta e uma da porção média.

Em termos globais para a Bacia, há um saldo positivo, na foz do Rio dos Sinos, da ordem de 15,4 m³/s.

Na situação mais restritiva, considerando as disponibilidades hídricas com permanência temporal de 95%, os déficits hídricos ocorrem em praticamente todas as Unidades de Estudo da Bacia.

Em termos globais, há um saldo positivo, na foz do Rio dos Sinos, da ordem de 8,8 m³/s, o que não significa uma situação confortável, face à necessidade de se manter uma vazão remanescente ou ecológica.

Os balanços hídricos com base nos consumos de água mostram que a Bacia do Rio dos Sinos usa, hoje, menos de 10% da sua disponibilidade anual em termos volumétricos considerando a $Q_{90\%}$.

De forma análoga que nos balanços baseados nas demandas, determinados usos, cujas captações não ocorram diretamente no Rio dos Sinos, poderão apresentar insuficiência hídrica apenas no Baixo Sinos. Nesse trecho, conforme já comentado, conta-se com o remanso do Delta do Jacuí/Lago Guaíba.

O resultado quanto à situação geral da Bacia (considerando as demandas e para disponibilidades hídricas baseadas em permanências de 85% e 90%) é apresentado na Figura 19 e Figura 20, respectivamente.

A cor verde demonstra que há mais água disponível que as demandas (situação de conforto); a cor amarela mostra uma situação perto do limite (situação de alerta) e a cor vermelha informa que já há falta de água (situação crítica).

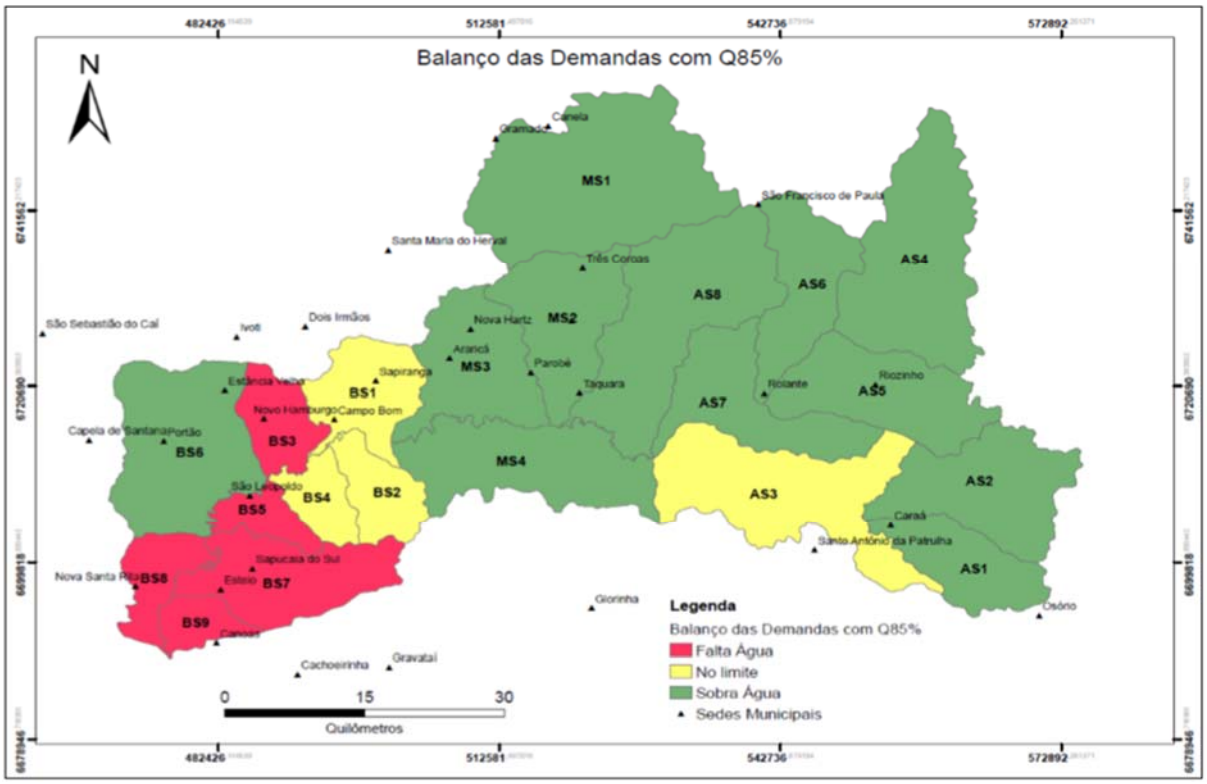


Figura 19 - Situação dos Balanços Hídricos - disponibilidade hídrica de Q85%
(Fonte: PRH-SINOS)

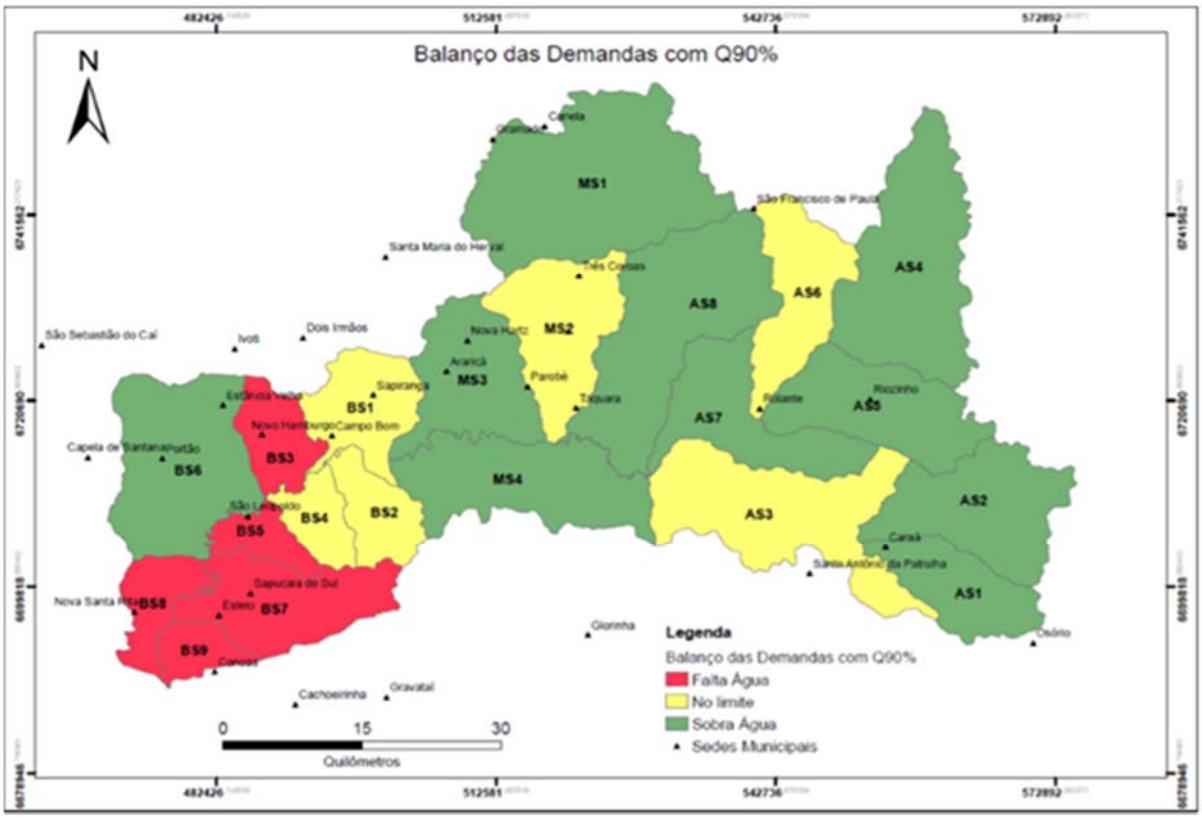


Figura 20 - Situação dos Balanços Hídricos - disponibilidade hídrica de Q90%
(Fonte: PRH-SINOS)

2.4.2 Prognóstico dos Recursos Hídricos

A etapa de avaliação de cenários futuros apresentada no Plano finalizado em 2011, parte integrante da fase de Prognóstico do Plano, decorre dos estudos de disponibilidades hídricas e demandas realizados para o cenário atual.

Estes cenários foram simulados da mesma forma que o cenário atual: através de balanços hídricos confrontando disponibilidades e demandas. O horizonte temporal para estes cenários é de 20 anos.

Os cenários futuros propostos englobaram alternativas para as disponibilidades hídricas e para as demandas de água.

Foram propostos dois cenários futuros para as demandas hídricas:

a) demandas mínimas e

b) demandas máximas;

E dois cenários para a disponibilidade hídrica:

a) manutenção da situação atual e

b) incremento de vazões fluentes através da implantação de obras de regularização.

Uma terceira alternativa para cenário de disponibilidade seria a otimização ou regularização das vazões transpostas do Rio Caí.

Cabe destacar que o plano, em nenhum dos cenários de disponibilidade hídrica, considerou qualquer modificação climática que viesse a interferir na disponibilidade hídrica.

As demandas de água futuras foram projetadas setorialmente, configurando as situações futuras extremas (de máxima e mínima demanda) para cada demanda setorial. Essas situações setoriais extremas combinadas entre si conduziram a cenários globais de demandas também extremos.

Nesta lógica, a realidade futura tende a ficar enquadrada entre esses extremos, aumentando a probabilidade de acerto. No cenário futuro global de maior demanda o acréscimo será de 34,4%, enquanto o cenário global de menor demanda será cerca de 37% inferior ao cenário atual. A significativa diferença se deve, principalmente, à agricultura irrigada.

No cenário de disponibilidade hídrica em que se considerou a implantação de intervenções para regularização de vazões, foram adotados valores de vazão regularizada pelos reservatórios estudados pela Secretaria Estadual de Irrigação e Usos Múltiplos da Água – SIUMA (Análise Ambiental Estratégica Referente a Obras de Infraestrutura Hídrica na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, Relatório da Etapa A (PROFILL, junho de 2009).

Trata-se de quatro reservatórios, localizados nos rios dos Sinos, da Ilha, Areia e Rolante.

O Quadro 14 apresenta as principais características de cada reservatório considerando as máximas capacidades de reservação.

Quadro 14 - Principais características dos Reservatórios Estudados

Curso de Água	Unidades de Estudo	Volume (m³)	Vazão Regularizada (m³/s)
Rio dos Sinos	Alto Sinos-trecho médio (AS2)	290.000.000	9,20
Rio Rolante	Alto Rolante (AS4)	163.000.000	5,20
Rio Areia	Areia (AS7)	123.000.000	3,90
Rio da Ilha	Ilha (AS8)	80.000.00	2,50
Total	(-)	656.000.000	20,80

(Fonte: MAGNA, 2009 apud PRH-SINOS, 2011)

Todos os reservatórios estão localizados na porção do Alto Sinos, a montante da cidade de Taquara, desta forma, a regularização de vazões beneficiaria os compartimentos do Médio e Baixo Sinos, além das áreas localizadas a jusante dos reservatórios no Alto Sinos.

A Figura 21 apresenta a localização dos reservatórios na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos.

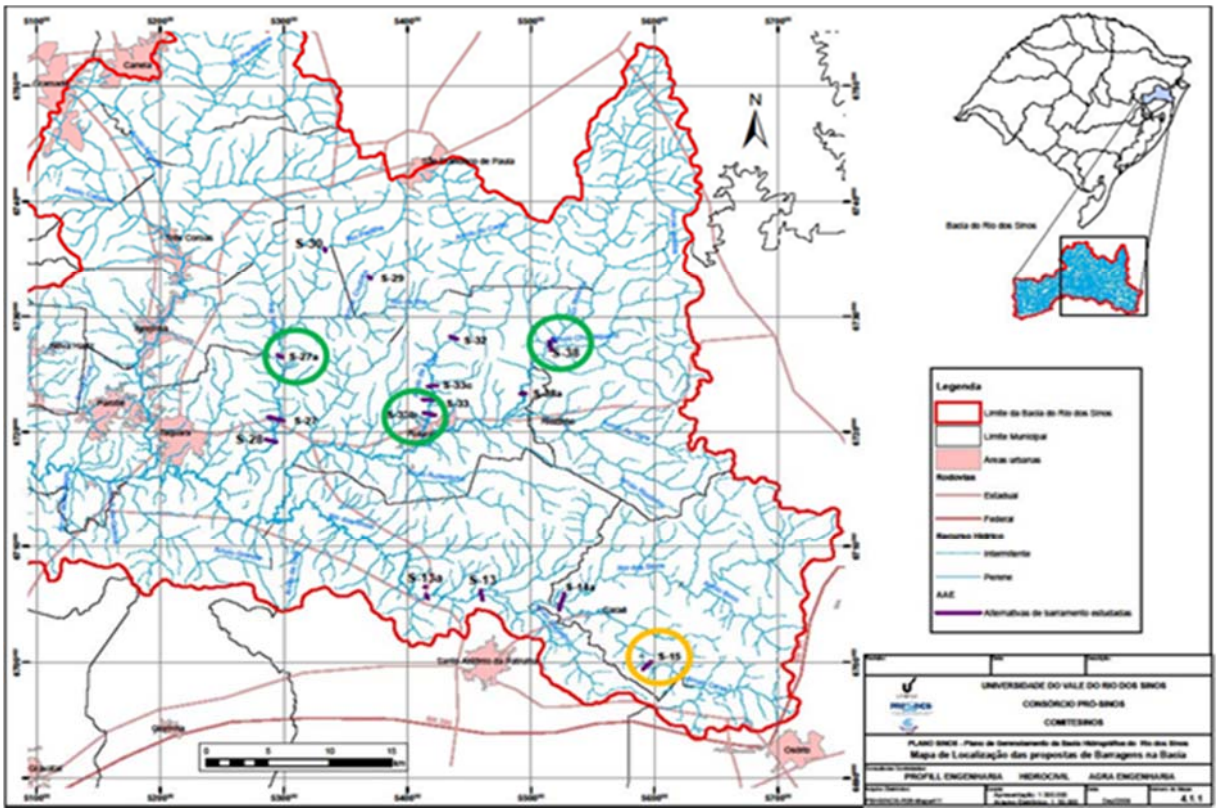


Figura 21 - Localização dos reservatórios estudados
(Fonte: PRH-SINOS)

Nas unidades em que ocorre regularização, as vazões naturais são substituídas pelas vazões regularizadas.

A comparação entre os cenários “sem” e “com” regularização é apresentado no Quadro 16.

Quadro 15 - Cenários sem e com regularização de vazões para o Alto Sinos e toda a Bacia

Segmento	Disponibilidades (m³/s)		Disponibilidades (m³/ano)	
	Q90	Qmin.jan	Q90	Qmin.jan
Alto Sinos s/regularização	12,067	4,807	380.542.468	151.573.604
Alto Sinos c/regularização	25,577	22,703	806.636.018	715.999.727
BH Sinos s/regularização	25,474	10,147	803.361.592	319.992.775
BH Sinos c/regularização	38,894	28,043	1.229.455.142	884.418.898

(Fonte: PRH-SINOS)

É possível concluir, analisando-se o quadro acima, que a regularização das vazões implica em acréscimos nas vazões/deflúvios naturais no Alto Sinos de 11% e 372% relativamente às situações originais de Q90 e Qmin.jan.

Ademais, na bacia como um todo, o acréscimo é da ordem de 53% e 176%. Combinando as projeções descritas anteriormente de disponibilidades e demandas, foram propostos quatro cenários futuros conforme o apresentado no Quadro 16.

Quadro 16 - Cenários Futuros Propostos – Disponibilidades x Demandas - horizonte de 20 anos

Cenários Futuros de Disponibilidade Hídrica	Cenários Futuros de Demanda de Água	
	Máxima Demanda	Mínima Demanda
Disponibilidade atual	Cenário 1	Cenário 2
Com regularizações de vazões	Cenário 3	Cenário 4

(Fonte: PRH-SINOS)

Os cenários futuros 2 e 3 sãos os de maiores probabilidades de ocorrência, já os cenários 1 e 4 servem para configurar as situações extremas, garantindo que a situação real futura se encontre entre esse intervalo.

A seguir são apresentados os principais resultados de cada cenário simulado:

- Cenário 1: (i) Situações mais críticas em termos de déficits hídricos; (ii) Balanços com base na Q90 não ocorrem problemas visto que os déficits verificados na situação com disponibilidades não acumuladas ocorrem nas Unidades onde as demandas estão localizadas junto à calha do Rio dos Sinos; (iii).

  Balanço com base na Qmín.jan ocorre um déficit na bacia como um todo de 6 m³/s.

- Cenário 2: (i) Maior probabilidade de ocorrência e apresenta situações mais confortáveis; (ii). Considerando a Qmín.jan e disponibilidades não acumuladas, observam-se situações de déficits hídricos de forma distribuída na Bacia.

- Cenário 3: (i) Maior probabilidade de ocorrência; (ii) O incremento nas disponibilidades fruto das regularizações de vazões, gera situações mais confortáveis; (iii) Com disponibilidades acumuladas não apresenta déficits hídricos; (iv) Para disponibilidades não acumuladas ocorrem déficits, mas em Unidades cuja maior parcela da demanda ocorre junto à calha do Rio dos Sinos.
- Cenário 4: (i) Apresenta menores déficits hídricos, confrontando disponibilidades ampliadas e menores demandas; (ii) Cenário com menor probabilidade de ocorrência; (iii) Os déficits hídricos ocorreram apenas com disponibilidades não acumuladas em Unidades do Baixo Sinos, onde as demandas ocorrem na calha do Rio dos Sinos.

O Quadro 17 apresenta os resultados dos balanços hídricos para os quatro cenários simulados e para as duas situações de disponibilidades hídricas (Q_{90} e $Q_{mín.jan}$). Observa-se que para a situação das disponibilidades baseadas na Q_{90} não ocorrem déficits, já para a situação de $Q_{mín.jan}$ ocorre déficit hídrico global significativo apenas no Cenário 1.

Quadro 17 - Situação Geral da Bacia do Rio dos Sinos - Balanços Hídricos

Situação de Disponibilidade	Cenários Futuros –Balanços Hídricos (Disponibilidades x Demandas)			
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Q90	8,84	14,33	22,35	27,82
Qmin.jan	-6,49	-0,99	11,41	16,90

(Fonte: PRH-SINOS)

Independente do cenário simulado, as Unidades com maiores déficits hídricos são: BS7, BS8 e BS9, no entanto, por se localizarem próximos à foz do Rio dos Sinos se beneficiam do efeito de remanso do Lago Guaíba, que não foi considerado nos balanços hídricos.

Ainda no Baixo Sinos, as Unidades BS3 e BS5 também mostram situações críticas, minimizadas pelo fato das demandas ocorrerem principalmente junto à calha do Rio dos Sinos, por onde fluem os excedentes hídricos de montante.

Nos cenários de máxima demanda, ocorrem déficits hídricos também nas unidades AS2, AS6 e MS3 para $Q_{mín.jan}$.

Observa-se, analisando as situações simuladas, a importância da regularização de vazões para o atendimento futuro das demandas.

Pode-se afirmar que o aumento nas demandas no horizonte de 20 anos, somente será viabilizado se houver aumento das disponibilidades hídricas através da implantação de obras de regularização ou transposição.

Outro fato a ser destacado é que as simulações não levaram em consideração a manutenção de parcela da vazão ecológica ou remanescente nos cursos de água, fato que tornaria os resultados mais críticos, uma vez que reduziria as disponibilidades hídricas.

2.4.3 Processo de Enquadramento

Na Bacia do Rio dos Sinos, o processo de Enquadramento foi iniciado no ano 2000 e aprovado em 2003, sob a vigência da Resolução CONAMA Nº 20/86.

A Figura 22 apresenta o mapa do Enquadramento aprovado em 2003. Nota-se que este enquadramento considerou 4 cursos d'água da Bacia: Rio dos Sinos, Rio Rolante, Rio Ilha e Rio Paranhana.

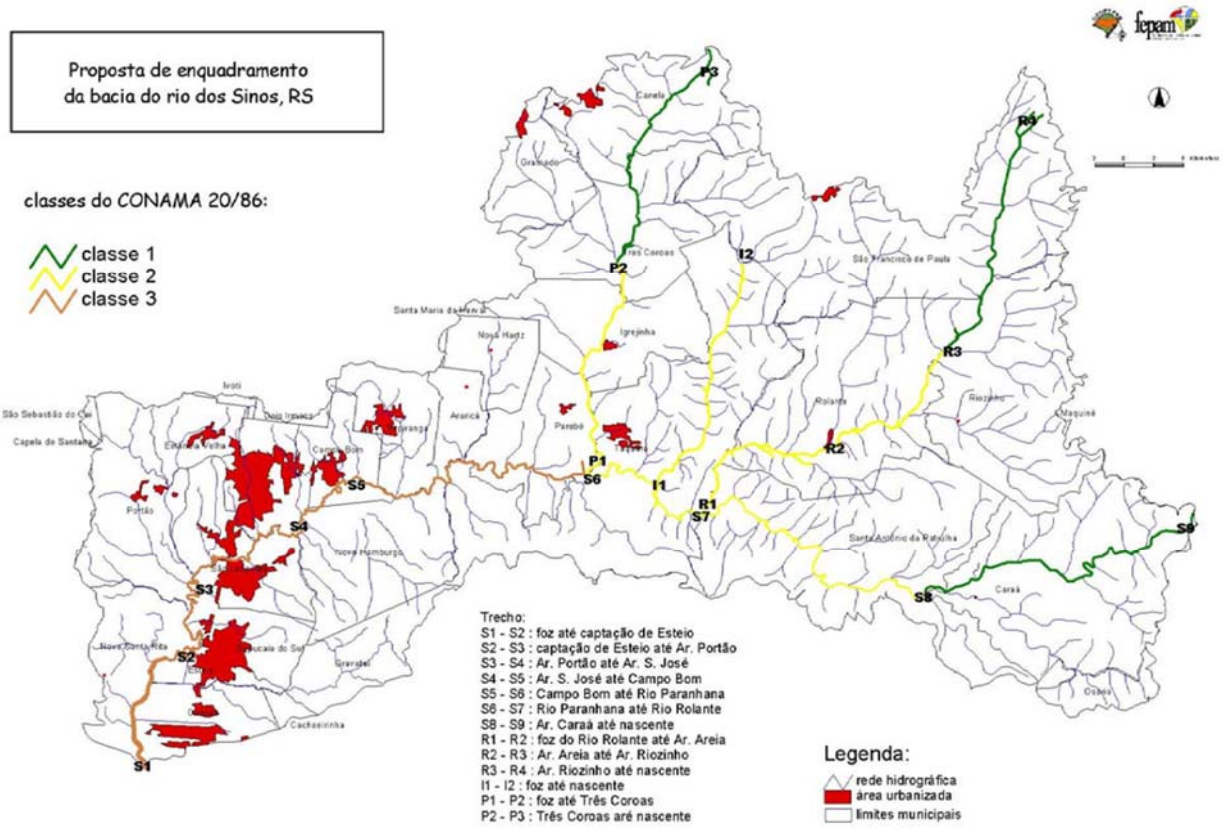


Figura 22 - Enquadramento da Bacia dos Sinos aprovado em 2003 (Fonte: PRH-SINOS)

A partir de 2005, a Resolução CONAMA Nº 357/05 passou a orientar o processo de Enquadramento, exigindo que fossem realizados ajustes no Enquadramento da Bacia do Rio dos Sinos.

O Plano de 2011 apresentou as proposições técnicas e institucionais relativas à retomada do processo de enquadramento na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, descrevendo as fontes de informação, o arranjo institucional e a metodologia aplicada para a definição do Enquadramento existente, e apresenta as limitações e implicações do Enquadramento na visão do Comitesinos.

São apresentadas bases necessárias para revisão e atualização do Enquadramento no âmbito do Plano de Bacia, levando em consideração as lacunas que restaram do processo e a Resolução CONAMA 357/2005.

O Plano de 2014 realizou uma complementação no processo de Enquadramento, que a critério do Comitê, considerou outros 6 cursos d'água, além dos 4 já considerados no enquadramento de 2003.

Foi desenvolvida uma modelagem hidrodinâmica quali-quantitativa que foi utilizada para confecção de cenários futuros, subsidiando a definição da vazão de referência e cenários intermediários de Enquadramento. A vazão de referência adotada foi a Q85%.

A Figura 23 apresenta o mapa do Enquadramento resultado deste processo.

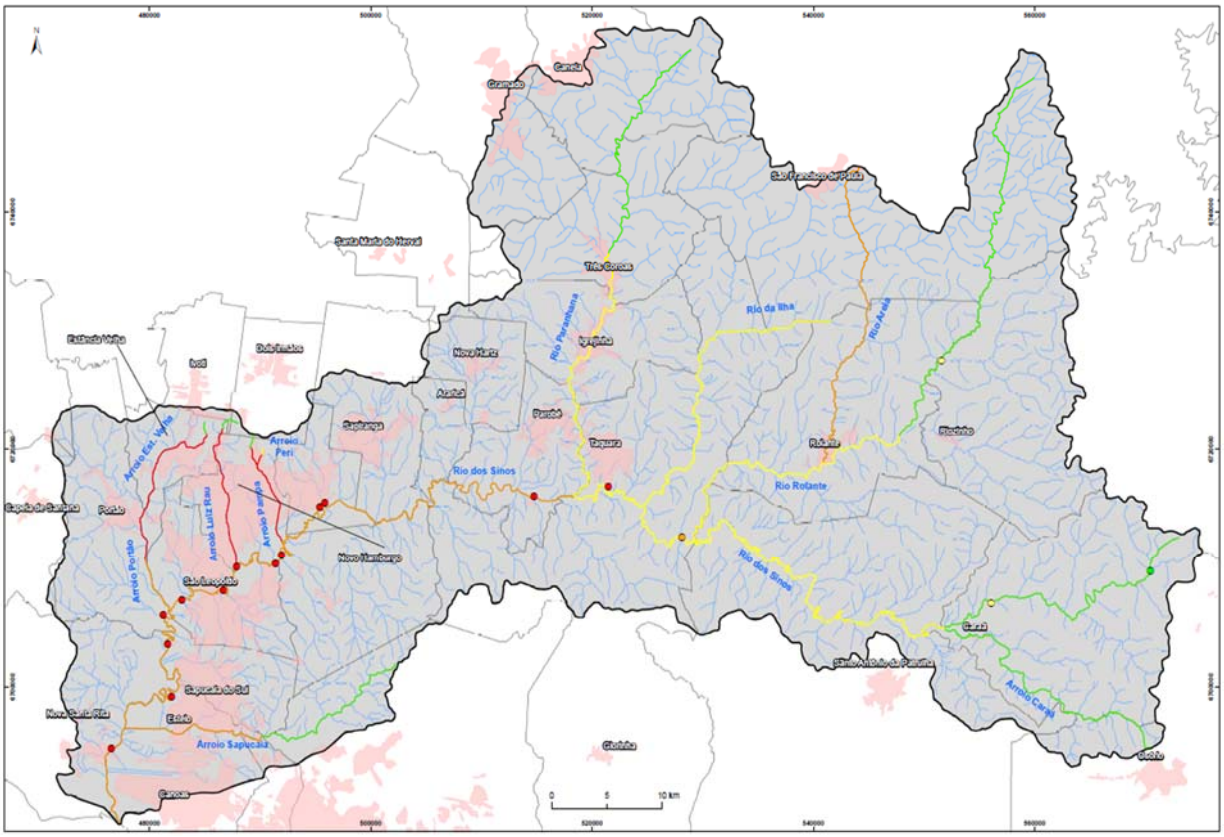


Figura 23 - Enquadramento da Bacia
(Fonte: PRH-SINOS)

A modelagem hidrodinâmica utilizada no processo de enquadramento foi realizada em conjunto com a modelagem para avaliação dos regimes de escoamento no Rio dos Sinos que tornam inoperantes os bombeamentos para abastecimento público nas seções dos municípios de Campo Bom, Novo Hamburgo e São Leopoldo.

2.4.4 Plano de Ações para a Bacia Hidrográfica

O primeiro Plano de Ações para a Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos foi desenvolvido durante o Plano finalizado em 2011. Este Plano propôs 23 ações divididas em 10 programas.

O Plano de 2014 realizou uma atualização e complementação destes programas, mantendo todas as ações propostas (com exceção do estudo hidrodinâmico, que foi executado no âmbito do Plano de 2014, conforme será detalhado mais adiante), com algumas alterações de nomenclaturas.

A seguir, serão descritos os programas e ações que possam influenciar de forma direta ou indireta o Estudo de Alternativas e Projetos para Minimização do Efeito das Cheias na Bacia do Rio dos Sinos.

- **Programa de Aumento da Disponibilidade Hídrica**

Não houve grandes mudanças na atualização deste Programa quando comparadas as versões de 2011 e 2014.

Este Programa tem por objetivo aumentar a disponibilidade hídrica na Bacia do Rio dos Sinos através da regularização de vazões obtidas por intermédio da implantação de reservatórios de regularização com benefícios também sobre a reservação local.

O programa é composto de três ações que são descritas a seguir.

Ação: Reservação de Pequeno Porte

Esta ação proposta tem por objetivo o aumento da disponibilidade hídrica local, através da construção de novos açudes e ampliação de açudes existentes, permitindo assim um aumento da vazão regularizada na Bacia.

Em razão da restrição volumétrica e locacional, essa ação possui capacidade limitada para o incremento global na regularização de vazões, mas contribui diretamente para o aumento da disponibilidade local.

Tanto o Plano de 2011 quanto a atualização de 2014 citam o mesmo número de açudes identificados através de imagem de satélite: 425, com áreas alagadas acima de 1 ha, atingindo até 22 ha. Ou seja, com base nestas informações, não houve nenhum acréscimo no número de açudes no período entre os dois estudos.

No entanto, o Plano de 2014 propõe a construção de 1.000 novos açudes, em contraponto aos 600 do Plano de 2011, sendo a vazão regularizada total, indicada nos dois planos, igual a 1,5 m³/s.

O Plano de 2014 acrescenta, em relação ao de 2011, que seja previsto um volume de espera, com vistas a auxiliar no amortecimento das ondas de cheia. É bastante provável que este amortecimento tenha maior significância nas proximidades à jusante dos açudes, e uma parcela pouco significativa na atenuação das inundações que ocorrem ao longo da calha do Rio dos Sinos. Contudo, esta hipótese só pode ser confirmada após a simulação hidrodinâmica do escoamento das águas superficiais na bacia.

Os principais atores desta ação são os proprietários rurais, seja diretamente ou através das associações e sindicatos de produtores rurais, indicando e disponibilizando os locais para açudagem e arcando com os custos necessários à construção. Propõe-se que seja buscado, junto ao Estado e à União, recursos financeiros para suporte à implementação dessa ação.

O prazo estipulado no Plano de 2014 é de 8 anos (a uma razão de 10 novos açudes por mês) para a conclusão da ação. O Custo total estimado é R$ 12.000.000,00.

O Plano prevê que a principal dificuldade residirá no controle operacional dos açudes com o objetivo de regularização das vazões nos cursos d'água.

Ação: Incentivo ao Uso de Cisternas em Lotes Urbanos e Rurais

Essa ação foi proposta apenas na atualização do Plano em 2014, não tendo sido contemplada no de 2011.

Ela consiste na promoção de incentivo, através da disponibilização de fontes de financiamento e legislações específicas, para a adoção, nas propriedades, de estruturas de acumulação de água de pequeno porte (principalmente cisternas) adequadas ao atendimento das necessidades específicas (pequenas irrigações, lavagens, dessedentação animal, etc.).

A adoção de cisternas consiste na construção ou instalação de reservatórios abastecidos pelas águas pluviais vertidas de telhados e coberturas.

O Plano prevê a implementação de 5.000 cisternas em imóveis urbanos e rurais como primeira etapa num horizonte de quatro anos. Prevê-se um custo total de 6.000.000,00.

Cabe aos executivos e legislativos municipais a criação de leis específicas de incentivo à utilização de cisternas.

O Plano prevê que a principal dificuldade seja a obtenção de recursos financeiros para a construção das cisternas.

Ação: Elaboração de estudo comparativo de alternativas de intervenções de regularização de vazões e para equilíbrio do balanço hídrico

A versão mais recente do Plano (2014) propõe a elaboração de estudo técnico comparativo entre as diversas alternativas de regularização de água na Bacia.

Esta ação torna obsoleta a ação proposta na versão de 2011 do Plano que sugeria a construção de quatro barramentos na bacia, para a regularização de vazões, localizados no Rio dos Sinos (S-15), no Rio Rolante (S-38), no Arroio Areia (S-33b) e no Rio da Ilha (S-27a).

A ação propõe, inicialmente, a elaboração de um termo de referência que contemple:

- A realização de diagnóstico de disponibilidade hídrica da Bacia;
- A análise de potencialidades de reservação e regularização de água nas diversas formas possíveis, incluindo as águas superficiais e subterrâneas e transposições de bacia;
- A concepção e dimensionamento de alternativas analisadas;
- A análise espacial de localização de alternativas;
- A análise comparativa de viabilidade entre as alternativas concebidas;
- A análise integrada e conclusiva sobre as alternativas selecionadas; e
- A realização de eventos informativos e de consulta pública ao longo da realização do estudo.

A ação atribui ao DRH/SEMA, a responsabilidade de elaboração dos termos de referência, contratação, fiscalização e acompanhamento técnico do estudo.

Prevê-se duração de dois anos entre contratação e realização, com um custo estimado de R$ 1.200.000,00.

Espera-se que tal estudo técnico comparativo permita ao Comitê a definição de quais alternativas (estruturais e não estruturais) serão implementadas, conforme a hierarquização e viabilidade. O principal obstáculo consiste na obtenção de recursos financeiros.

- **Programa de Otimização de Demandas de Água**

Ação: Melhor Manejo das Águas da Transposição

Esta ação proposta na versão de 2011 do Plano (sob o nome de Regularização de Vazões - transposição do Caí, dentro do Programa de aumento da disponibilidade hídrica) e atualizada na versão de 2014 tem como objetivo possibilitar o melhor manejo das águas da transposição do sistema Salto-Bugres-Canastra, com vistas ao aumento da regularização de vazões nos Rios Paranhana e Sinos.

O sistema Salto-Bugres-Canastra foi concebido para operar em regime intermitente. Neste tipo de regime, o pico operacional ocorre somente em algumas horas do dia, normalmente as de maior demanda por energia elétrica. No restante, o sistema ou fica suspenso ou gera somente uma parcela do máximo operacional.

Para atenuar essa variação diária de vazões, foi concebido o reservatório Laranjeiras, garantindo um fluxo constante a jusante da barragem. No entanto, não houve o fechamento do maciço da barragem, não ocorrendo a regularização das vazões provenientes do sistema.

Segundo a CEEE, em termos de vazão média diária turbinada na Usina de Canastra tem-se o valor de 8,8 m³/s. Ocorrem variações entre 2,5 m³/s e 15 m³/s.

O modelo hidrodinâmico utilizado no Plano de Bacia demonstrou que a variação de vazões provoca oscilações nos níveis de água do Rio dos Sinos da ordem de 30 cm em Taquara, a jusante da confluência do Rio Paranhana e da ordem de 10 e 5 cm em Campo Bom e São Leopoldo respectivamente.

As informações obtidas através do modelo dinâmico demonstram a influência do Manejo das águas transpostas para a bacia dos Sinos. Portanto, quando se trata de estudos para minimização do efeito de cheias na Bacia, percebe-se que a forma como ocorre o Manejo das águas da Transposição, através de regras de operação, pode ser uma ferramenta útil para amenizar as consequências das cheias.

Diante disso, o Plano apresentado em 2014, de forma mais completa que a versão de 2011, propõe a realização de estudo de alternativas de manejo das águas transpostas com vistas à regularização de vazões Rio dos Sinos.

As alternativas a serem estudadas são: a criação do reservatório Laranjeiras, através do fechamento da barragem; a “otimização” da geração da Usina Canastra; e a condução e reservação das vazões transpostas em local adequado nas margens do Rio dos Sinos em banhados criados ou recuperados (alternativa, esta, apresentada apenas no Plano de 2014).

A CEEE, proprietária e operadora do sistema será o principal ator, acompanhando a execução do estudo.

Caberá ao DRH/SEMA a contratação dos estudos de alternativas e o acompanhamento da execução dos estudos, juntamente ao Comitesinos. O prazo proposto é de dois anos. O custo estimado para a realização do estudo é de R$ 350.000,00.

Cabe destacar que o ComitêCaí, como entidade responsável pela fonte hídrica, deverá ser procurado para negociação, uma vez que a Bacia do Rio Caí também apresenta limitação hídrica. Desta forma, é necessário que o CRH/RS seja árbitro em caso de conflito.

- **Programa de Monitoramento Quali/Quantitativo**

Ação: Instalação e operação de estações fluviométricas

A versão do Plano de 2014, assim como a de 2011, propõe como ação integrante do Programa de Monitoramento Quali/Quantitativo, o alcance de um adequado monitoramento e conhecimento dos aspectos quantitativos dos recursos hídricos superficiais da Bacia através da instalação e operação de estações fluviométricas.

Segundo o Plano, na Bacia do Rio dos Sinos existia na ocasião apenas uma estação fluviométrica (monitorada pela Agência Nacional das Águas) associada a uma estação linigráfica (operada pelo DRH/SEMA), em condições de fornecer dados fluvio-linimétricos confiáveis. Trata-se da estação Campo Bom, localizada no Rio dos Sinos.

A partir de agosto de 2014 iniciou-se a operação da estação Caraá (código ANA 87318000), localizada no Arroio Caraá.

A estação São Leopoldo, conforme comprovado no estudo hidrodinâmico apresenta influência do remanso da foz do Delta do Jacuí, o que compromete suas funções lini-fluviométricas.

Diagnosticada a rede de monitoramento fluviométrico da bacia, percebe-se a carência de informações fluviométricas para servir de dados a estudos na bacia.

Esta ação propõe a instalação de cinco estações fluviométricas para o monitoramento de Unidades de Estudo estratégicas da Bacia, quanto à disponibilidade hídrica.

A versão de 2014 e 2011 propõe as localizações apresentadas no Quadro 18.

Quadro 18 - Proposição de Estações Fluviométricas na Bacia dos Sinos

PLANO	(2011)	(2014)
RIO	Rolante (AS6)	Rolante (AS6)
	Paranhana (MS1)	Paranhana (MS1)
	Caraá (AS3)	Caraá (AS3)
	Portão (BS7)	Portão (BS7)
	Areia (AS7)	Sinos (AS3)

(Plano de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, 2014)

A versão do Plano de 2014 acrescenta, em comparação ao de 2011, que os dados obtidos nestas estações passarão por trabalhos de consistência e serão posteriormente disponibilizados ao banco de dados do Sistema Nacional de Informações Hidrológicas e serão conectados ao CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais) através da SMAD (Serviço de Monitoramento e Alerta de Desastres), da SEMA.

Com esta proposição, além das estações fluviométricas fornecerem dados do regime hidrológico na bacia para subsidiar estudos e projetos, também tem como função o alerta de cheias na região, ação diretamente ligada ao presente estudo.

A instalação e operação das estações caberão à ANA/CPRM e ao DRH/SEMA. A instalação das estações deverá ocorrer em dois anos e a operação durante todo o período de implementação do Plano (20 anos).

O Custo total estimado das cinco estações dentre a instalação e a operação no período de vinte anos é de R$ 950.000,00.

Ação: Modelagem Hidrodinâmica

Na versão do Plano concluída em 2011, uma das ações propostas é a Modelagem Hidrodinâmica do Rio dos Sinos a fim de avaliar sob quais regimes de escoamento do rio, tornariam inoperantes os bombeamentos para abastecimento público nas seções dos municípios de Campo Bom, Novo Hamburgo e São Leopoldo.

Além disso, o estudo proposto na época pretendia avaliar também quais os efeitos das demandas para irrigação, no trecho superior do Rio dos Sinos, sobre a disponibilidade hídrica nas seções de jusante.

Cabe destacar que o levantamento das seções propostas (23 seções) contemplaria somente a seção do leito menor do rio, não sendo necessário levantamento da calha maior do canal, uma vez que a simulação objetiva configurar situações hidrodinâmicas associadas a eventos de mínimas vazões.

Esta configuração contrasta à modelagem pretendida para fins de análise do escoamento das cheias na Bacia, para o que se torna necessário o levantamento da calha maior do rio.

A versão do Plano finalizada em 2014, no Relatório Final Síntese – RFS (Fase C: Plano de Bacia), apresenta os resultados do levantamento das seções propostas na versão do Plano de 2011 e a modelagem hidrodinâmica realizada através do *software* HEC-RAS.

Este Estudo tem como objeto caracterizar o comportamento, quanto ao escoamento das águas, ao longo do Rio dos Sinos, aferindo e diagnosticando os efeitos de remanso observados na porção baixa da bacia, bem como determinando os tempos de escoamento e das mudanças de fluxo e resposta ao longo do rio.

A proposta de estudo abrangia o trecho do Rio dos Sinos que vai desde a foz até o rio Paranhana, apresentando uma extensão aproximada de 100 km (Figura 24).

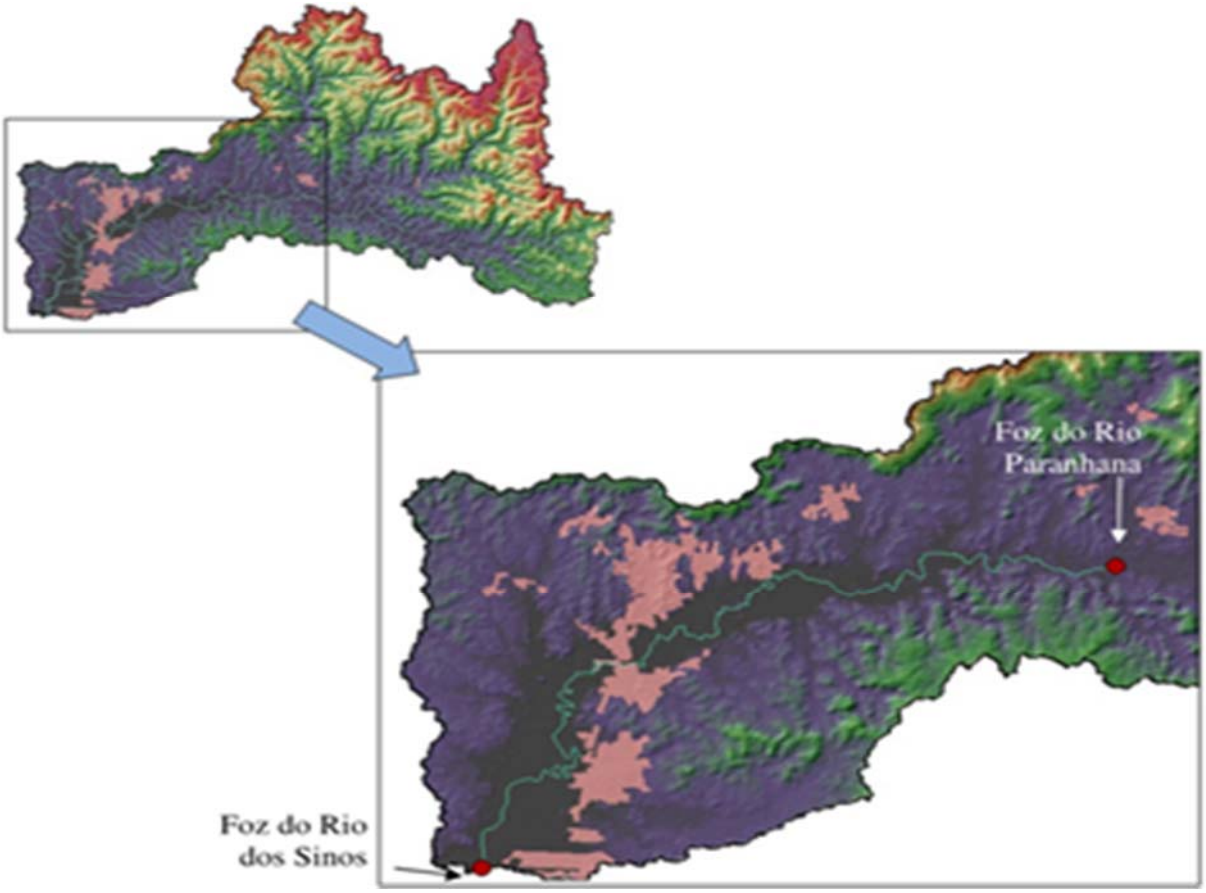


Figura 24 - Localização da área em estudo no trecho entre a foz e o rio Paranhana (Fonte: PRH-SINOS)

De acordo com o proposto na versão de 2011, as 23 seções foram levantadas, bem como os níveis de água.

O perfil longitudinal é apresentado Figura 25 e a localização das seções levantadas é apresentada na Figura 26.

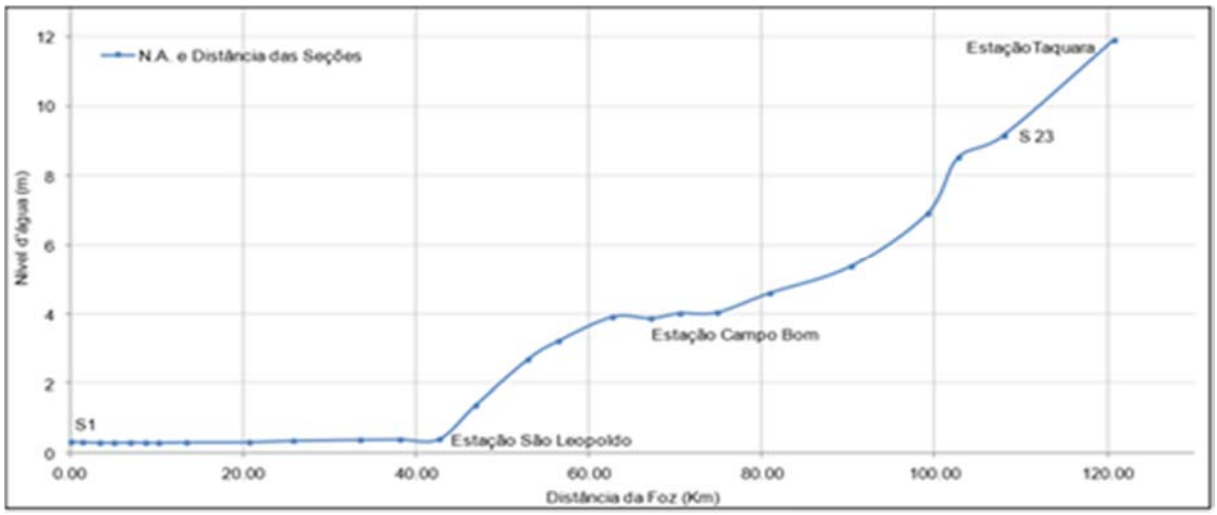


Figura 25 - Perfil longitudinal ao longo do trecho estudado (Fonte: PRH-SINOS)

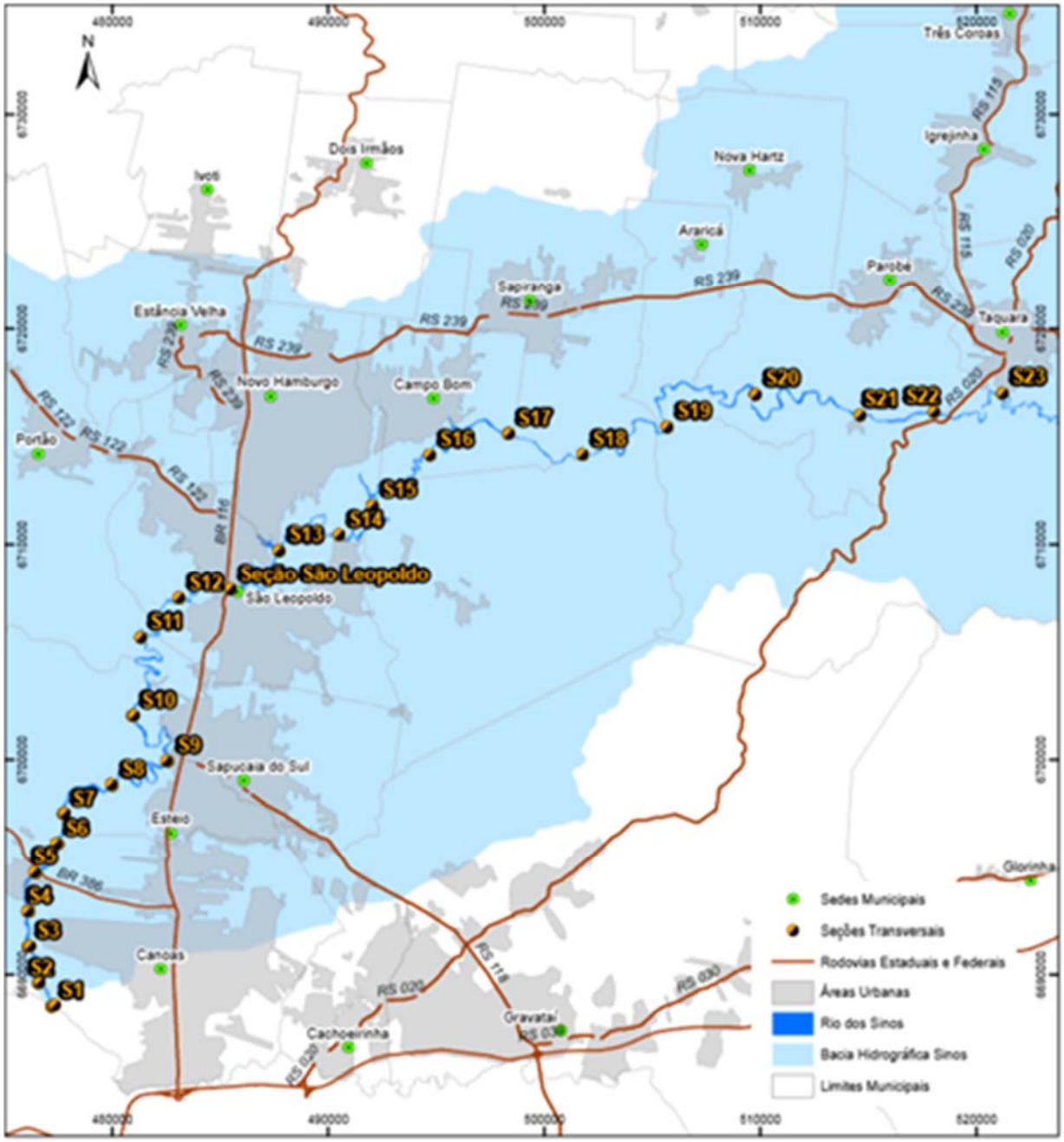


Figura 26 - Localização das seções transversais
(Fonte: PRH-SINOS)

Na modelagem hidrodinâmica foram testadas as influências de algumas situações hídricas de montante que podem gerar no curto prazo, alterações na disponibilidade de água da Bacia, em épocas de estiagem, a saber:

- Retirada de água para a irrigação do arroz no trecho alto da Bacia do Rio dos Sinos; e
- Mudança diária de vazão no rio Paranhana, devido à transposição da bacia do Caí, através do sistema Salto-Bugres-Canastra, operado pela CEEE.

A vazão retirada adotada para o cultivo do arroz foi considerada como 1,5 m³/s, enquanto a vazão de transposição do rio Caí foi considerada através do seguinte padrão diário: 21h-17h à Q = 2,0 m³/s, 17h-21h à Q = 12,9 m³/s.

Os efeitos de jusante ocasionados pela oscilação de nível no Delta do Jacuí e Lago Guaíba foram também considerados nesta modelagem. Foram avaliados dois cenários: (a) Guaíba "Alto" à H = 0,90 m (nível médio) e (b) Guaíba "Baixo" à H = -0,20 m (nível mínimo).

As séries de vazões foram elaboradas para cada disponibilidade hídrica ($Q_{85\%}$, $Q_{90\%}$ e $Q_{95\%}$), determinando seis cenários: com e sem irrigação e para cada um desses cenários foi avaliada ainda a influência do nível do Lago Guaíba ("alto" ou "baixo"), resultando em 12 cenários.

Em linhas gerais, o modelo mostrou que as oscilações de nível em São Leopoldo são limitadas, pois ocorre um amortecimento dos efeitos da flutuação de vazões de montante e uma significativa influência dos níveis de jusante (remanso pelo Delta do Jacuí).

Para montante, a influência do Guaíba é reduzida, entretanto os efeitos da transposição sobre a oscilação do nível são mais sensíveis.

A diferença entre os cenários com e sem irrigação para a vazão de referência ($Q_{85\%}$) é de 3,0 cm e 1,2 cm em São Leopoldo para as condições de Guaíba Baixo e Alto, respectivamente.

Na mesma seção, a variação diária da vazão de transposição provoca uma oscilação de 2,4 e 1,2 cm no nível d'água do Rio dos Sinos para as mesmas condições de cota no Guaíba.

A interrupção total da transposição é o principal responsável por uma oscilação brusca no nível de água nesse trecho do Rio dos Sinos, com o desligamento das bombas, ocorre uma queda de 8,2 cm no nível em São Leopoldo para a vazão de referência adotada e condição de cota baixa no Guaíba. Para a condição Guaíba Alto a depleção de nível gerada pelo desligamento das bombas de transposição é de 3,3 cm.

- **Programa de Controle de Cheias**

O Programa de controle de cheias foi criado no Plano de 2011, com duas ações: criação e operação de sistema de alerta contra cheias e zoneamento de áreas inundáveis. Este Programa foi atualizado e complementado no Plano de 2014.

No Plano mais atualizado, a primeira ação teve seu nome modificado para Ampliação e operação de sistema de alerta contra cheias, já considerando o SMAD (Serviço de Monitoramento e Alerta de Desastres) do DRH/SEMA.

A ação de Zoneamento de áreas inundáveis teve seu título mantido, mas teve o escopo das etapas de trabalho modificado, sendo que a principal alteração que surgiu no Plano de 2014 é a sugestão de realização de uma modelagem hidrodinâmica voltada a áreas de inundação.

Ainda, o Plano de 2014 acrescentou duas ações a este programa: estabelecimento de diretrizes para retenção de águas pluviais (rurais e urbanas) e manutenção de calhas fluviais e controle de erosões.

<u>Ação: Ampliação e operação de sistema de alerta contra cheias</u>

Esta ação é proposta no Plano de 2011 e atualizada no de 2014 e tem por objetivo ampliar e operar o sistema de alerta contra cheias com vistas a antecipar a ocorrência de eventos críticos, permitindo a adoção de ações para minimização das perdas humanas e materiais, através da desocupação de áreas de risco.

O sistema de alerta proposto é baseado no monitoramento de chuvas e níveis de água ao longo do Rio dos Sinos e na capacidade de pronta comunicação a comunidades, contando com a participação direta da Defesa Civil, principalmente seus núcleos regionais na bacia.

O sistema deverá detectar a ocorrência de precipitações e níveis superiores a determinados valores críticos e comunicar esta ocorrência ao Serviço de Monitoramento e Alerta de Desastres (SMAD), situado na SEMA, que deverá analisar as informações recebidas, possibilitando aumentar o alerta para crítico ou emergencial.

O Plano de 2011 apresenta um quadro que ilustra as situações de alerta (Quadro 19):

Quadro 19 - Situações de alerta

Situação	Condicionantes
Normalidade	Não se verificam alterações nas variáveis monitoradas que indiquem a possibilidade de cheias
Alerta Inicial	Os níveis de precipitação registrados em qualquer das estações pluviométricas, nos municípios da Sub-bacia, ultrapassam um determinado valor crítico (a ser definido)
Alerta Crítico	Além das precipitações elevadas, verifica-se uma subida nos níveis do Rio dos Sinos, verificada nas réguas de monitoramento (Campo e Bom e São Leopoldo) e observa-se que o Lago Guaíba está elevado, causando remanso no trecho final do Rio dos Sinos.
Alerta Emergencial	Além dos condicionantes anteriores, verifica-se uma subida nos níveis do Rio dos Sinos nas réguas de monitoramento (Campo e Bom e São Leopoldo) ultrapassando a cota de alerta a ser definida

(Fonte: PRH-SINOS)

A partir dos alertas emitidos, deve ser acionado um sistema de comunicação às populações localizadas nas áreas suscetíveis a alagamentos, que deverá utilizar instrumentos como: TV, rádio, internet, rádios-amadores e jornais.

Assim, esta ação dependerá do mapeamento de áreas inundáveis, objeto de uma das ações do Programa de Proteção e Minimização dos Impactos Negativos das Cheias.

A descrição desta ação adverte que, para a operacionalização deste sistema, é necessária a disponibilidade de dados pluviométricos e linimetricos em locais estratégicos da Bacia, entretanto, recomenda-se uma especificação adicional: que sejam instaladas estações telemétricas para a obtenção destes dados, encurtando o tempo entre a detecção e a comunicação.

Além de dados obtidos dentro da bacia, é necessário monitorar os níveis do Guaíba, que poderão intensificar inundações no trecho baixo da Bacia.

Poderão ser utilizados os dados das estações fluviométricas propostas na ação Instalação e operação de estações fluviométricas do Programa de Monitoramento Quali/quantitativo.

É necessária também a realização de estudo para a determinação de valores críticos de precipitação e nível para o sistema de alerta, a partir da observação de valores históricos e sua relação com episódios de cheias.

Relembra-se que a disponibilidade de dados históricos de precipitação é bastante superior à disponibilidade de dados de nível na Bacia do Rio dos Sinos.

Como atores intervenientes desta ação, destacam-se o DRH/SEMA (através do SMAD), como responsáveis pela coordenação geral e emissão de alertas (no Plano de 2011, a Defesa Civil e Núcleo do Ministério das Cidades em São Leopoldo são indicados para esta função).

A divulgação dos alertas deverá ser feita pela Defesa Civil, prefeituras municipais, associações e sindicatos rurais, clubes de rádio-amadores da região, órgãos de imprensa e a comunidade.

Na descrição desta ação nos Plano de 2011 e 2014, indica-se que o Corpo de Bombeiros da Brigada Militar e as prefeituras municipais poderão monitorar as precipitações e informar a ocorrência de situações críticas à coordenação.

Contudo, ressalta-se que, se forem instaladas estações telemétricas na bacia, os alertas de valores críticos poderão ser enviados automaticamente para a coordenação.

Recomenda-se que o sistema seja ampliado e operado desde o início da implantação do Plano até o horizonte de 20 anos.

O custo mensal estimado para a operação do sistema, incluindo procedimentos de comunicação e divulgação de alertas, é de R$ 3.000,00, totalizando R$ 720.000,00 para os 20 anos (Plano de 2014).

O estudo para a determinação da dinâmica da ocorrência das cheias e níveis de alerta foi orçado em R$ 250.000,00 (Plano de 2014) e o prazo para sua execução estimado em 6 meses (Plano de 2011).

Ação: Zoneamento de áreas inundáveis

O objetivo desta ação é mapear as zonas de passagem das cheias nas áreas urbanas dos municípios da Bacia, possibilitando a definição de restrições de ocupação do solo a serem incorporadas aos planos diretores urbanos, conforme os riscos de inundações.

No Plano de 2011, as etapas de trabalho propostas são as seguintes:

- Determinação dos riscos das enchentes: associação de valores máximos de vazão e nível associados a tempos de retorno.
- Mapeamento preliminar de áreas de inundação a partir de mapas topográficos e marcas de enchentes;
- Com o produto da 1ª, levantamento topográfico de detalhe e batimetria do rio, são gerados mapas de planejamento;
- Mapeamento definitivo, a partir do levantamento detalhado da topografia das áreas de risco com tempo de retorno menor ou igual a 100 anos (curvas de nível com espaçamento de 0,5 ou 1 metro dependendo das condições do terreno), gerando mapas de alerta.
- Zoneamento: definição de um conjunto de regras de ocupação de área de maior risco de inundação.

Conforme o Plano de 2014, o zoneamento das áreas de inundação deverá englobar as seguintes etapas:

- Modelagem hidrodinâmica de cheias no Rio dos Sinos;
- Definições de níveis de inundação associado a riscos de ocorrência (recorrência);
- Estabelecimento de zonas associadas a riscos de inundação;
- Definição de conjunto de regras de ocupação de áreas de maior risco de inundação, visando à minimização futura de perdas materiais e humanas em face da ocorrência de cheias.

Segundo o Plano de 2014, o DRH/SEMA, em parceria com a SOP e Metroplan, deverá elaborar termos de referência e contratar a elaboração de estudos técnicos relativos às etapas acima citadas.

Para o Plano de 2011, os responsáveis pela contratação eram as prefeituras municipais, o DRH teria atribuição de acompanhar e financiar os trabalhos através do Fundo de Recursos hídricos, e a SOP possuiria atribuição de coordenação.

No Plano de 2014, é identificada também a atribuição dos executivos e legislativos municipais em incorporar as informações geradas nos estudos como restrições nos planos diretores de desenvolvimento urbano (PDDU's) e legislações municipais, evitando a ocupação de áreas de risco.

O Plano de 2014 estima um prazo de dois anos para a realização dos estudos e repasse de seus resultados aos executivos e legislativos municipais, e um custo de R$ 2 milhões.

O Plano de 2011 orçou o mesmo valor para custo, mas estimou um prazo de seis meses a um ano.

O Plano de 2011 destaca a vinculação desta ação com os estudos e projetos existentes em São Leopoldo, sob a responsabilidade do Ministério das Cidades, que cuida do acervo e das iniciativas do extinto DNOS, no que se refere ao Sistema de Proteção Contra Cheias.

Pode-se considerar que o mapeamento preliminar de áreas inundáveis citado no Plano de 2011 foi realizado no ano de 2015 através da deliberação 062/2015 do ComiteSinos sobre a delimitação física da planície de inundação do Rio dos Sinos, em seu trecho inferior.

Em sessão plenária do dia 12 de novembro de 2015, o Comitê validou esta delimitação e sua adoção como referência cartográfica, reconhecendo seu caráter técnico, legal e institucional.

Cabe ressaltar que a votação que validou este zoneamento não foi unânime, a Metroplan, por exemplo, foi contrária à aprovação do mapeamento, considerando que o ComiteSinos deveria aguardar a conclusão do Estudo em andamento para alternativas de ações contra enchentes na Bacia.

O município de Esteio, através de seu representante credenciado no Comitê, considerou a votação precipitada, alegando que no zoneamento apresentado não ficam claros os parâmetros técnicos e a metodologia utilizada, e afirmando que os estudos a serem realizados pela Metroplan possuem mais embasamento técnico.

Outro município contrário à aprovação da delimitação apresentada na plenária foi Canoas, que, através de seu Secretário do Meio Ambiente, solicitou o adiamento da votação até a conclusão da revisão do Plano Diretor do município, em andamento na época.

Este município também considera que os estudos contratados pela Metroplan são mais aprofundados e analisam a Bacia de forma integrada.

A intenção do ComiteSinos é de que a deliberação seja ratificada pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos e ganhe força de lei, obrigando modificações nos Planos Diretores municipais e no licenciamento das prefeituras e do Estado, com o objetivo de barrar novos empreendimentos imobiliários que coloquem pessoas e empresas dentro de áreas de inundação, mesmo os que preveem obras de aterramento ou de contenção que possam aumentar o avanço das enchentes em outros pontos da Bacia.

De fato, foi firmado um "Acordo de Cooperação Técnica" entre o ComiteSinos e a Caixa Econômica Federal, tendo a referida instituição bancária se comprometido a não financiar empreendimentos situados na planície de inundação da Bacia do Rio dos Sinos.

Ainda, o Ministério Público, através do inquérito civil nº 06/2015 recomenda a suspensão de todos os atos administrativos que interfiram ou possam interferir na planície de inundação objeto da deliberação 062/2015, até a validação da conclusão dos estudos em andamento na Metroplan, através do Contrato nº 003/2015.

Portanto, apesar de ter sido aprovado pelo ComiteSinos, o zoneamento é criticado e questionado por diversas entidades, principalmente em função da não disponibilização de informações com relação a seu embasamento técnico.

Ademais, denota-se que o presente Estudo de Alternativas e Projetos para Minimização do Efeito das Cheias na Bacia do Rio dos Sinos terá sua metodologia mais aprofundada e clara e realizará o zoneamento de áreas inundáveis utilizando modelagem hidrodinâmica e considerando diversos tempos de retorno de precipitação, em conjunto com alternativas estruturais não estruturais, e poderá invalidar algumas decisões tomadas em relação à atual delimitação.

Ação: Estabelecimento de diretrizes para retenção de águas pluviais (rurais e urbanas)

Esta é uma ação que surgiu no Plano de 2014 e tem objetivo de definir diretrizes para a retenção de águas pluviais nos lotes urbanos e rurais, visando reduzir as afluências hídricas aos cursos de água, minimizando os picos das cheias.

Durante a elaboração do Plano de 2014, os representantes dos moradores de áreas rurais externaram a proposição de utilizar açudes em "dois estágios": o primeiro para acumulação e o segundo para retenção de vazões de cheia.

Esta ação consiste nas seguintes atividades:

- Atividade técnica: elaboração de estudos que definam a forma mais eficiente de retenção de parcelas dos hidrogramas de cheias, em áreas urbanas (cisternas e bacias de amortecimento) e rurais (açudes). Este estudo foi orçado em R$ 250 mil e deverá ser promovido pelo DRH/SEMA.

- Atividade legal e institucional: definição de diretrizes para os planos municipais de drenagem e incentivo à introdução, nas legislações municipais e planos diretores, das taxas de infiltração e retenção necessárias à redução de vazões em eventos críticos. Esta atividade é de responsabilidade dos executivos e legislativos municipais, e não implica em custos ao Plano de Bacia.

Como ator adicional para esta ação, é citada a sociedade, que deverá participar ativamente, aderindo ao estabelecido nos estudos técnicos e respeitando à legislação. O prazo estimado para elaboração dos estudos técnicos e ajustar as legislações municipais específicas é de dois anos.

Ação: Manutenção de calhas fluviais e controle de erosões

O objetivo desta ação, criada pelo Plano de 2014, é estabelecer procedimentos para o controle dos processos erosivos e manutenção de calhas fluviais visando garantir suas capacidades naturais de escoamento na ocorrência de cheias.

É proposta a realização de estudos técnicos para subsidiar a definição destes procedimentos, que deverão ter por base, predominantemente, práticas conservacionistas e ecológicas.

É sugerido um prazo de dois anos para a execução desse estudo, e que ele seja iniciado no terceiro ano do Plano pela Secretaria de Obras Públicas. O custo estimado para o estudo é de R$ 400 mil.

O estudo deverá apresentar mapeamentos e diagnósticos de áreas suscetíveis à ocorrência de processos erosivos decorrentes de fluxo hídrico concentrado ou precipitações intensas e de locais da malha hídrica da Bacia onde ocorrem reduções ou obstruções das seções naturais de escoamento fluvial que maximizem efeitos de cheias.

Como resultado, serão elaborados planos municipais de manejo, tanto para os processos erosivos, quanto para a manutenção das calhas fluviais.

O monitoramento das condições relativas às áreas suscetíveis a processos erosivos e obstrução de calhas deverá ser realizado anualmente, durante todo o horizonte do Plano (20 anos), e indica-se que ele seja executado com orçamentos próprios dos executivos municipais.

A FEPAM, e informalmente as ONGs ambientalistas, deverão acompanhar os impactos ambientais decorrentes da execução inadequada destes procedimentos.

- **Programa de Determinação da Vazão Ecológica**

Ação 7.1 – Ampliação do conhecimento técnico científico sobre vazão ecológica

O objetivo desta ação é contribuir decisivamente para subsidiar a adoção de critérios de vazão ecológica ou remanescente com informações técnicas de relações entre regime hidrológico e ecologia, incluindo a qualidade da água e a morfologia fluvial e sedimentos, através da realização de dois estudos tendo como base a proposição de projetos de pesquisa a organismos de financiamento pela UNISINOS E UFRGS.

Os estudos são os seguintes:

Identificação dos regimes hidrológico e hidráulico em inundações de planícies:

- Objetivo: identificar os aspectos fundamentais do regime hidrológico natural do rio e auxiliar na identificação de aspectos do regime hidrológico natural que são fundamentais na manutenção do ecossistema.

  Com base nesta identificação, será possível fundamentar a adoção de futuros critérios de vazão remanescente ou ecológica a serem incluídos na legislação de recursos hídricos e na tomada de decisão por parte do Comitê de Bacia, Agências Reguladoras e órgãos ambientais.

- Atividades a serem desenvolvidas:
  - Integração com outros projetos da rede;
  - Caracterização do regime hidrológico natural do Rio dos Sinos (dados quantitativos e qualitativos);
  - Elaboração do modelo hidrológico da bacia hidrográfica (qualidade da água);
  - Caracterização do regime hidrológico atual;
  - Caracterização do regime hidrológico futuro;
  - Caracterização do comportamento hidráulico de trechos do Rio dos Sinos;
  - Identificação de áreas inundáveis na planície do Rio dos Sinos – imagens de satélite e fotografias aéreas;
  - Levantamento topobatimétrico de seções transversais – espaçamento de 5 km em um trecho de 200 km;
  - Levantamento topográfico das áreas de inundação consideradas fundamentais na manutenção do ecossistema;
  - Simulação hidrodinâmica – HEC-RAS (permite calcular a capacidade de transporte de sedimentos), determinação do da extensão do trecho do Rio dos Sinos que sofre com efeito de remanso;
  - Identificação de vazões críticas para inundação de planície (em áreas de reconhecida importância ecológica, como banhados e matas de galeria), exposição de bancos de areia e movimentação do material do leito (em conjunto com o projeto de sedimentos e geomorfologia).

Migrações, movimentos e deriva da comunidade aquática como indicadores da vazão ecológica:

- Objetivo: definir a vazão mínima (variável durante o ano) que permite a continuação dos processos ecológicos, visando tanto os movimentos e migrações de peixes como a deriva de macroinvertebrados como indicadores.

- Atividades a serem desenvolvidas:
  - Calibração dos eco-sinais;

- Medir a abundância de peixes em movimento no baixo, médio e alto Rio dos Sinos por método hidroacústico e avaliar suas relações com as vazões;
- Identificar através de capturas com redes as espécies detectadas com a metodologia hidroacústica;
- Identificar habitats de maior importância (densidade) dos peixes;
- Amostrar e identificar a abundância e as espécies de macroinvertebrados na deriva em relação com a vazão;
- Medir os principais parâmetros físico-químicos através de uma sonda Hydrolab programável e relacionar as variações desses parâmetros com os padrões de movimento dos peixes e a deriva de macroinvertebrados.

Os atores intervenientes e suas atribuições são os seguintes:

- DRH/SEMA: órgão de gestão de recursos hídricos;
- FEPAM: órgão ambiental;
- UFRGS, UNISINOS, FAPERGS, CNPq, FINEP, CT-HIDRO, PETROBRÁS AMBIENTAL, outros fundos setoriais: órgãos de fomento à pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico.

Estima-se que seja necessário 1 ano e R$ 1,2 milhões para a realização do 1º estudo desta ação (Identificação dos regimes hidrológico e hidráulico), e 2 anos e R$ 1,8 milhões para o 2º estudo (Migrações, Movimentos e Deriva da Comunidade Aquática).

Como os estudos deveriam ser executados em sequência, o prazo para a implantação desta ação é de 3 anos e o custo é de R$ 3 milhões.

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 a Base de Dados (Produto 05), 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 dos Sinos, afetam ou são afetados pela dinâmica do comportamento de seus cursos d'agua, e em um segundo momento demonstrar como resultado da interpretação de dados pode contribuir para criação de estratégias que possibilitem a construção de caminhos ou alternativas para desenvolvimento dos munícipios que integram esta Bacia.

O Brasil dispõe de legislação especifica sobre o parcelamento e uso do solo, desde a década de 1940, sendo que a Lei 6.766/79 é a vigente.

A 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 honrados 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 05).

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

No Quadro 20 abaixo está listada a legislação municipal que embasa os planos diretores.

Destaca-se também nesse quadro as zonas especiais explicitadas em cada Plano Diretor, referentes a áreas de interesse ambiental, social ou institucional.

Observa-se que a maioria dos municípios possuem em vigor planos diretores aprovados na mesma época, mais particularmente no ano de 2006.

Quadro 20 - Documentos disponíveis do diagnóstico do planejamento urbano e de infraestrutura

	MUNICÍPIO	PLANO DIRETOR (Lei nº)	ZONAS ESPECIAIS
1	ARARICÁ	502/2006	Áreas de Interesse Ambiental, Institucional e Social
2	CAMPO BOM	2.988/2006	Áreas de Preservação Ambiental e Preservação Permanente
3	CANOAS	5.341/2008	Áreas de Interesse Institucional, Zona de Interesse Social (ZEIS), Proteção Ambiente natural, Transição Ambiental, Unidade de Conservação
4	CARAÁ	780/2006 e 76/1998	Zona Especial de Interesse Social, Área de Proteção Ambiental
5	ESTÂNCIA VELHA	1.821/2012	Área de Interesse Social (ZEIS)
6	ESTEIO	4.247/ 2006	Área de Proteção Ambiental
7	IGREJINHA	3.824/ 2006	Zona Residencial de Interesse Social, Proteção Ambiental e Preservação Permanente
8	NOVA HARTZ	1.450/ 2009	
9	NOVA SANTA RITA	814/2006	Área Interesse Ambiental, Social e Geral.
10	NOVO HAMBURGO	1.216/2004	Área de Proteção Ambiental
11	PAROBÉ	1.840/2001	Zona de Proteção Ambiental
12	PORTÃO	2.206/2011	
13	RIOZINHO	1.037/2009	
14	ROLANTE	2.142/2006	
15	SÃO LEOPOLDO	6.125/2006	Áreas de interesse Ambiental Institucional, Ambiental e Social
16	SAPIRANGA	4.805/2011	Area de Interesse Social (ZEIS), Praças e Gleba Urbana vazia
17	SAPUCAIA DO SUL	2.896/2006	Zona de Interesse Ambiental
18	TAQUARA	3.715/2006	
19	TRÊS COROAS	2.546/ 2006	

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

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 e a cidade planejada é uma ferramenta importante de interpretação para a criação de estratégias urbanas.

É necessário saber como era, como é 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 27 ajuda a ilustrar a explicação destes conceitos.

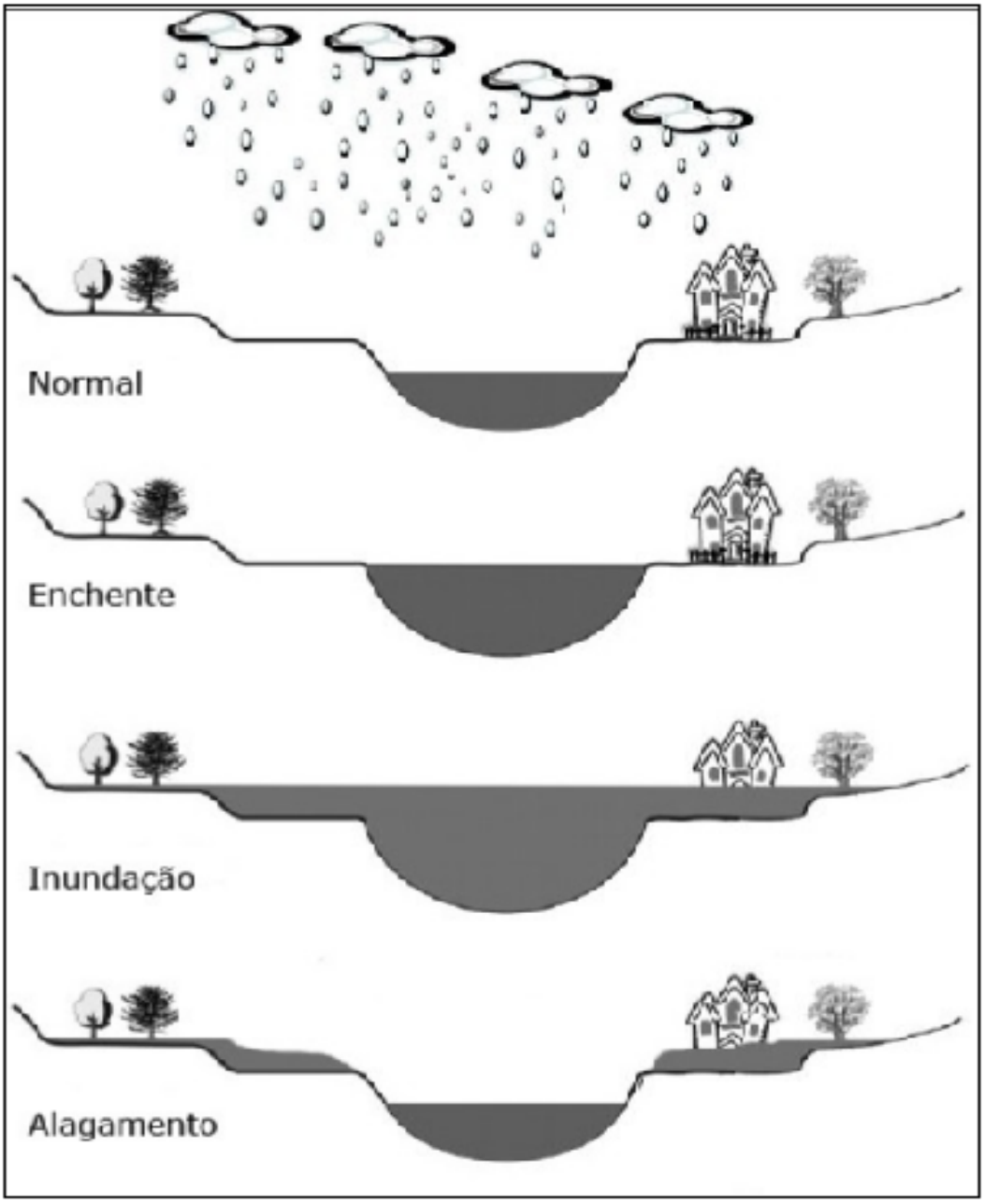


Figura 27 - Definição dos conceitos de enchente, inundação e alagamento (Fonte: IG-SP)

3.1 Evolução Urbana na Bacia

O processo de urbanização da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos está fortemente associado à urbanização da capital Porto Alegre e sua região metropolitana.

Esse processo coincide mais intensamente com as áreas médias e baixas da bacia, onde se encontram as áreas de terras inundáveis maiores e que sofreram intervenções mais significativas.

Essas intervenções que se iniciaram com a colonização nos meados dos anos de 1824 à 1850, exigiram que para desenvolvimento da região, fossem executados desmatamentos para a agricultura de subsistência e expansão agrícola ao longo dos anos.

A partir de 1860, já com a economia e o comércio estabelecidos, a região do Baixo Sinos torna-se ponto estratégico de fundamental importância para o crescimento de Porto Alegre e Região.

Nos anos de 1890 a 1945 ocorre um surto industrial na região e consequente incremento populacional, chegando ao primeiro registro de crescimento da população, que foi de cerca de 6% aproximadamente.

Com o crescimento da indústria na região, vieram os portos, as ferrovias, e a rodovia BR-116, com o estabelecimento da zona industrial do Baixo Sinos, que se estende desde Canoas, passando por Esteio, São Leopoldo e finalmente no pé da serra, Novo Hamburgo.

Esse desenvolvimento dos municípios criou paralelamente o aumento dos espaços urbanos, incrementando ainda mais os limites das cidades e encurtando as áreas de inundação do Rio dos Sinos.

Registros mostram que já no ano de 1973, devido aos baixos custos, os terrenos alagadiços às margens do Rio dos Sinos e Gravataí, no município de Canoas atraíram grande quantidade de operários, mesmo sabendo que no período de cheias as inundações os alcançariam, estando na condição de flagelados.

Nos registros de urbanização das cidades da RMPA, um dado é notório, o aumento excessivo da população entre os anos de 1940-1950 até 1960-1970, quando a população sobe de 263 mil hab. para 885 mil hab.

O uso do solo precisava ser disciplinado, assim como toda a estrutura de integração entre os transportes e a infraestrutura de saneamento das cidades do entorno de Porto Alegre.

A implantação do trem metropolitano de superfície no final dos anos 1970, cujo traçado acompanha parcialmente o do eixo da BR-116, contribuiu decisivamente para a consolidação da urbanização dos municípios mais próximos de Porto Alegre.

Embora fossem construídas ao longo dos anos os eixos da BR-101 rumo ao litoral e a RS-290 no sentido Eldorado do Sul e Guaíba, poucas indústrias mudaram-se ou mesmo as novas se estabeleceram nesses eixos, ficando sempre em destaque a região industrial do entorno da BR-116 entre Canoas e Novo Hamburgo.

Ao observar-se o mapa de evolução urbana no período 1967-2009, apresentado no PRH-SINOS e reproduzido na Figura 28, observa-se que o desenvolvimento destas cidades ocorre a partir de estradas federais, estaduais e demais vias estruturadoras e não necessariamente ao longo de cursos d'água.

O mapa da Figura 29 apresenta a evolução da mancha urbana ao longo dos principais eixos rodoviários da RMPA.

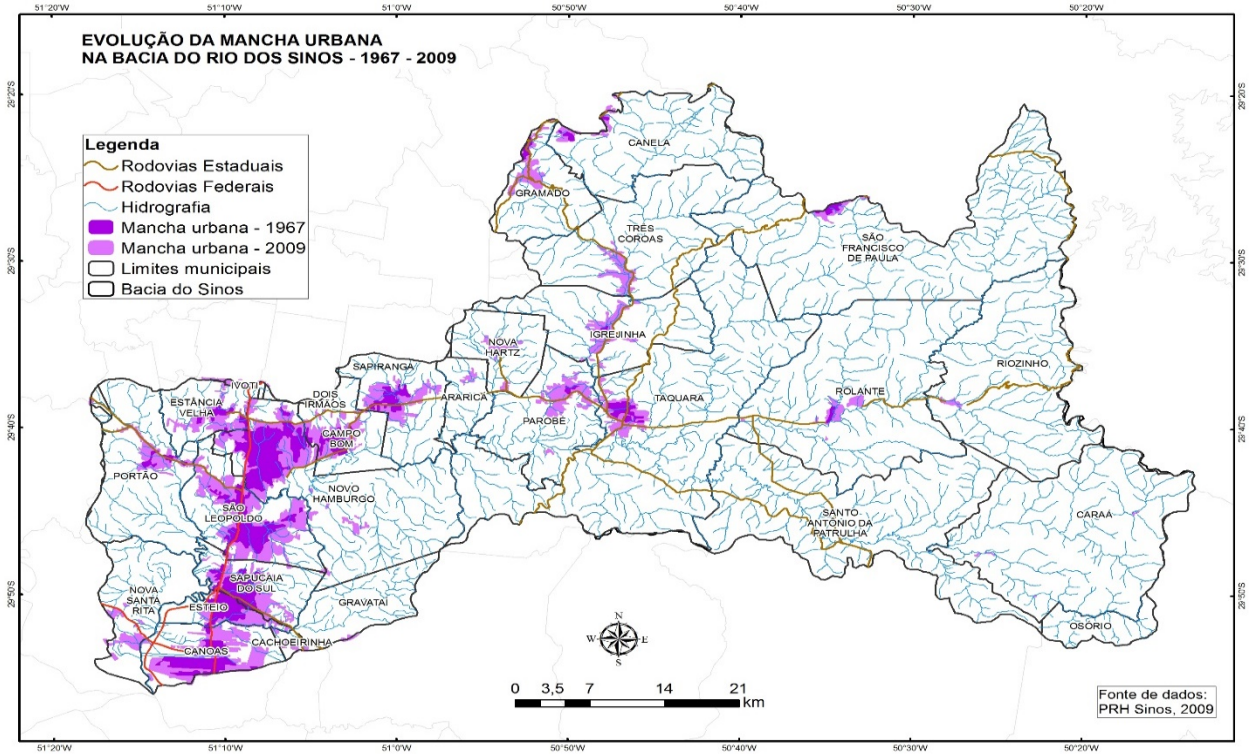


Figura 28 - Evolução da Mancha Urbana na Bacia entre 1967- 2009
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

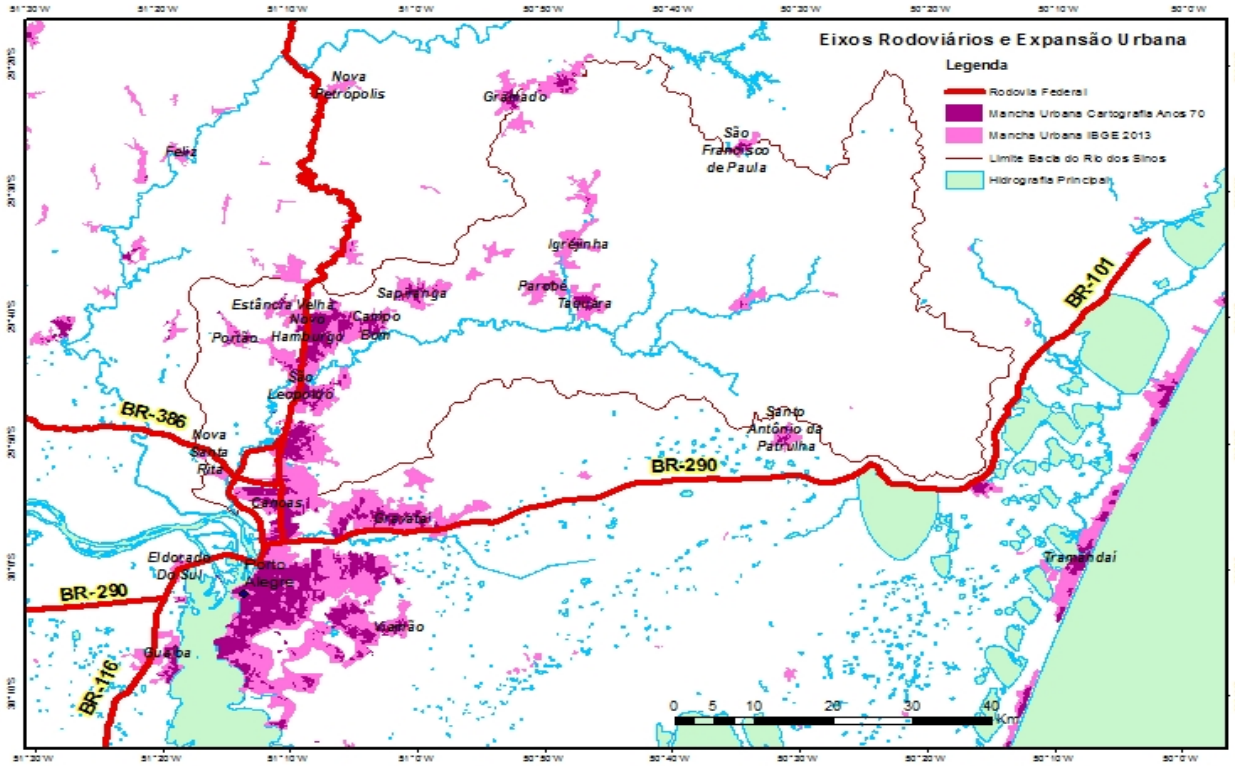


Figura 29 - RMPA e principais centros urbanos a partir do desenvolvimento industrial
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

No quadro abaixo (Quadro 21) pode-se resgatar alguns aspectos históricos da evolução dos municípios que compõe a Bacia do Rio dos Sinos.

Quadro 21 - Quadro com levantamento histórico

UNICÍPIO		HISTÓRICO	DISTRITO	EMANCIPAÇÃO E ORIGEM	POPULAÇÃO (hab) (IBGE, 2010)
1	ARARICÁ	Final Sec. XIX colonização germânica na Encosta do Morro Ferrabraz uma colonização planejada se instala por volta de 1840 a 1860. O núcleo denominado Nova Palmeira (Araricá) e escolhido como sede da colônia Com a via férrea ligando São Leopoldo a Taquara nos limites entre os dois municípios se criou Araricá.	Sexto distrito de São Leopoldo	28/12/1995	4.846
2	CAMPO BOM	Campo Bom no início era colônia de São Leopoldo. Antes da instalação da Colônia Alemã de São Leopoldo. Por volta de 1814, servia de ponto de passagem das tropeadas de gado que desciam dos campos de São Francisco e Vacaria em direção a capital da Província. O nome refere-se as boas pastagens e disponibilidade de abundância de agua por isto local de acampamento dos tropeiros	Primeiro distrito1927 de São Leopoldo	1959 / São Leopoldo	60.074
3	CANOAS	Canoas foi fundada em 1939, hoje é a cidade da região metropolitana mais populosa e tem cerca de 329.174 hab, 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 2, 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.		1939 Pertencia aos municípios de Gravataí e Sebastião do Caí	323.827
4	CARAÁ	Primeiros habitantes, vestígios de cultura indígena. Mais tarde lusos-açorianos iniciando um povoamento esparso nas trilhas de tropeiro. Sua colonização mais intensa ocorre com promoção do governo Federal em 1888 com a chegada de colonos imigrantes, principalmente italianos.	1910 criado com a denominação de Rio dos Sinos subordinado ao município de Santo Antônio; 1933 continua, mas com a denominação de Caraá	1995 Santo Antônio da Patrulha	7.312

MUNICÍPIO		HISTÓRICO	DISTRITO	EMANCIPAÇÃO E ORIGEM	POPULAÇÃO (hab) (IBGE, 2010)
5	ESTÂNCIA VELHA	Os primeiros moradores foram índios tribos tupis –guaranis e kaingangs Em 1788 foi criada a Real Feitoria do Linho Cânhamo. Em 1822 casais açorianos chegam a região Rincão dos Ilhéus. Em 1825 primeiros colonos alemães próximos a Lagoa Lourenço Torres	Em 1950 o distrito de Estancia Velha figura no município de São Leopoldo	Em 1960 São Leopoldo	42.574
6	ESTEIO	Tratava-se de uma área que pertencia ao município de São Leopoldo, uma fazenda denominada Areião. O povoado começou a se formar em 1833. O nome posteriormente passou a ser Esteio pois a ponte sobre o arroio Sapucaia era um esteio de madeira de a lei e era um ponto de referência local.	Distrito com a denominação de Esteio em 1950	Em 1958 São Leopoldo	80.755
7	IGREJINHA	Habitada inicialmente por índios Kaigangs. Hoje ainda pode-se encontrar vestígios desta comunidade. Em 1814 foi concedida como sesmaria. Em 1845 criada a Colônia de Santa Maria do Mundo Novo. Esta dividia-se em três seções correspondendo ao que hoje são os municípios de Taquara, Igrejinha e Dois Irmãos. 1863 inaugurada a primeira igreja da região as margens do rio Paranhana. Foi pioneira em iluminação elétrica domiciliar em toda região	1935 oitavo distrito de Taquara	Em 1964 Taquara	31.660
8	NOVA HARTZ	Formação de origem alemã por volta de 1830 com o nome de Picada Hartz. Posteriormente outros moradores de várias origens chegaram ao lugar	1985 tornado município com o nome Nova Hartz		18.346
9	NOVA SANTA RITA	Em 1884 situa-se no lugar denominado Picada Vicente. Mudou de nome várias vezes tendo sido transferido para Canoas em 1939, quando emancipado passa a chamar-se Nova Santa Rita	1933 distrito de São Sebastião do Caí, 1939 Distrito de Canoas	1993 Canoas	22.716
10	NOVO HAMBURGO	Antes da colonização das terras os Charruas e Minuanos povoaram a região. O núcleo gerador da cidade de Hamburgo Velho foi iniciado em 1824 com imigrantes alemães e posteriormente italianos. O local era propicio pois por lá já passavam estradas que ligavam a Porto Alegre e em 1876 a estrada de ferro transformou-se em lugar de lugar de passagem obrigatória.	1911 distrito de São Leopoldo em 1933 município com dois distritos Novo Hamburgo e Hamburgo Velho em 1939 acrescenta distrito de Lomba Grande	1933 São Leopoldo	238.940

MUNICÍPIO		HISTÓRICO	DISTRITO	EMANCIPAÇÃO E ORIGEM	POPULAÇÃO (hab) (IBGE, 2010)
11	PAROBÉ	No início (1830) era uma grande fazenda, depois pequenas propriedades de alemães. Por volta de 1903 surge uma pequena estação da antiga Viação Férrea.	1908 distrito de Parobé ligado a Taquara.	1982 Taquara	51.502
12	PORTÃO	Com a extinção das missões jesuíticas em 1750, estado foi dividido em fazendas visando ocupar o território e proteger as fronteiras. No final de 1788 as referidas fazendas foram desapropriadas para a implantação da Feitoria do Linho Cânhamo estatal portuguesa destinada a produção de fibras para cordas e velas de navio. Em 1789 foi construído um portão junto ao Arroio Correa. Em1824 feito o primeiro assentamento de imigrantes alemães. Mudou de nome deu o nome ao povoado que nasceu ao longo da estrada	1933 distrito Estação Portão do município de São Sebastiao do Caí	1963 São Sebastião do Caí, Canoas, São Leopoldo e Estancia Velha	30.920
13	RIOZINHO	Os primeiros ocupantes da região foram indígenas que deixaram vestígios de sua comunidade. Em 1875, chegaram famílias de imigrantes alemães, húngaros, poloneses, prussianos e suecos. Em 1890 chegaram famílias italianas		1988 Rolante	4.330
14	ROLANTE	Em 1882 chegam imigrantes alemães na região. Em 1888 inicia-se o povoamento, como ponto estratégico na rota de tropeiros que levavam gado para São Paulo	1909 distrito Rolante do município de Santo Antônio da Patrulha	1954 Santo Antônio da Patrulha	19.485
15	SÃO LEOPOLDO	A ocupação por imigrantes europeus se dá a partir de 1814. Área habitada por índios inicialmente Em 1824 desembarcam no Porto Blos famílias de origem alemã Criada a Colônia Alemã de São Leopoldo que compreendia o que hoje são os municípios de Esteio, Caxias do Sul, Taquara, São Sebastião do Cai São Leopoldo acaba tendo anexado vários distritos que alongo dos anos perdendo-os também de forma a retornar a sua sede base.	Em 1857 inicia-se a criação de distritos em 1933 foram criados 11 distritos, bem como nos anos subsequentes anexação de outros tantos	Em divisão territorial de 31/12/1963 o município e constituído do distrito sede.	214.087
16	SAPIRANGA	Os primeiros moradores foram índios tribos tupis –guaranis e kaingangs. Em 1816 foi dado em sesmaria colonização portuguesa de 1816 a 1820. De 1824 a 1826 primeiros alemães			74.985

MUNICÍPIO		HISTÓRICO	DISTRITO	EMANCIPAÇÃO E ORIGEM	POPULAÇÃO (hab) (IBGE, 2010)
17	SAPUCAIA DO SUL	Distrito criado com a denominação de Sapucaia, por Ato Municipal n.º 114, de 17-07-1912, subordinado ao município de São Leopoldo. Em divisão administrativa referente ao ano de 1933, o distrito de Sapucaia, figura no município de São Leopoldo. Pelo Decreto-lei Estadual n.º 720, de 29-12-1944, o distrito de Sapucaia teve seu nome alterado para Guianuba. Assim permanecendo em divisões territoriais datadas de 31-XII-1936 e 31-XII-1937. Em divisão territorial datada de 1-VII-1950, o distrito de Guianuba (ex-Sapucaia), figura no município de São Leopoldo.		01/01/1962	130.957
18	TAQUARA	Em 24 de setembro de 1880, foi instalada a 1º Comarca de Taquara. O município surgiu com a Lei Provincial 1.568, de 17 de abril de 1886. A emancipação de Taquara sucedeu em 17 de abril de 1886, com o nome de Taquara do Mundo Novo. Mais tarde, através do Decreto Estadual 1.404, de 10 de dezembro de 1908, a vila de Taquara recebeu o título de cidade. Sua população é de 54.643 hab., segundo os dados do IBGE (2010). Taquara tem seu nome proveniente da cerrada vegetação de bambus silvestres (taquarais) que, na época de sua colonização, cobria as margens do Rio dos Sinos, um dos cursos d´água que banham a cidade. Na porção de território contida na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, não se identifica ocupação, que tenha as densidades que caracterizam uma mancha urbana.	O município surgiu com a Lei Provincial 1.568, de 17 de abril de 1886.	1908	54.643
19	TRÊS COROAS	Três Coroas é uma cidade localizada junto a Rodovia RS 115 que liga Taquara a Gramado, sendo a última cidade do Vale do Paranhana que antecede a Serra Gaúcha, distante 92 km de Porto Alegre e 20 Km de Gramado. Sua economia é baseada na indústria calçadista e sua colonização é de maioria alemã, vinda do final do século XIX. A cidade é banhada pelo Rio Paranhana e cercada de montanhas, muitas ainda com mata nativa preservada. Por este motivo, a cidade é conhecida por " Cidade Verde ".		30/12/1959 Taquara	23.848

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Sobre as manchas urbanas (1967 e 2009), o PRH-SINOS afirma que:

> *"... Nota-se que as áreas urbanas totais dos municípios que fazem parte da Bacia do Rio dos Sinos cresceram, no período de 42 anos, cerca de 365% passando de pouco mais de 129 km² para 471 km². O maior crescimento relativo se estabelece nas cidades menores, no entanto, Canoas, Esteio, Novo Hamburgo, cidades maiores, também apresentam no período expressivo crescimento da mancha urbana, da ordem de 200 % de aumento.*
>
> *A mesma evolução, observada apenas para os limites da Bacia do Rio dos Sinos, apresenta o mesmo comportamento. Neste caso, o crescimento total das manchas urbanas da Bacia (no período 1967 – 2009) é de aproximadamente 282 %. Em 1967, as áreas urbanizadas da Bacia correspondiam a 2,8 % da área total da Bacia, atualmente este percentual atinge cerca de 7,9 % da área total da Bacia."*

O Quadro 22 abaixo representa com clareza o desenvolvimento urbano na Bacia do Rio dos Sinos, se comparadas às dimensões das manchas urbanas de 1967 e 2009.

Em alguns municípios, como por exemplo, Parobé chega a aumentar sua dimensão em dezessete vezes neste período.

Os municípios com maior extensão de área ocupada na Bacia do Rio dos Sinos são Canoas, Cachoeirinha, Esteio, Sapucaia do Sul, São Leopoldo e Novo Hamburgo.

Quadro 22 - Evolução da Mancha urbana na bacia em km² - 1967 e 2009

MANCHA URBANA NA BACIA DO SINOS (km²)		
MUNICÍPIO	**1967**	**2009**
ARARICÁ	0,0	1,1
CAMPO BOM	6,0	15,7
CANOAS	11,7	32,1
CARAÁ	0,0	4,6
ESTÂNCIA VELHA	3,7	11,9
ESTEIO	8,6	15,0
IGREJINHA	1,2	10,5
NOVA HARTZ	0,0	3,9
NOVA SANTA RITA	0,0	4,8
NOVO HAMBURGO	27,6	49,5
PAROBÉ	0,6	11,0
PORTÃO	1,9	8,7
RIOZINHO	0,0	0,9
ROLANTE	0,8	4,8
SÃO LEOPOLDO	17,8	46,0
SAPIRANGA	5,1	16,4
SAPUCAIA DO SUL	11,5	21,9
TAQUARA	4,2	12,3
TRÊS COROAS	0,00	6,2

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

O PRH-SINOS considerando os números da população estimada para o ano de 2008, e considerando as áreas dos municípios inseridas na Bacia apresentava uma taxa de urbanização de cerca de 95%, consideravelmente superior à média do estado, que era de 83%.

A população da bacia, segundo o documento, representava cerca de 12,7% da população do Estado do Rio Grande do Sul.

3.2 Planejado (Planos Diretores Urbanísticos)

Os planos diretores urbanísticos buscam planejar o uso do solo na área do município. O mapa a seguir (Figura 30) mostra uma visão integrada do zoneamento do uso do solo em todos os municípios da bacia.

Os municípios ora espacializados são aqueles com significativa área urbana dentro da bacia, e com material disponível (mapa de zoneamento de usos do solo em formato editável) na ocasião de elaboração deste diagnóstico.

A legenda simplificada apresenta seis classes de uso do solo: Residencial, Comercial, Misto, Industrial, Preservação Ambiental e Rural.

Nos anexos, é possível visualizar o mapa em escala mais detalhada, bem como a legenda específica de zoneamento para cada município.

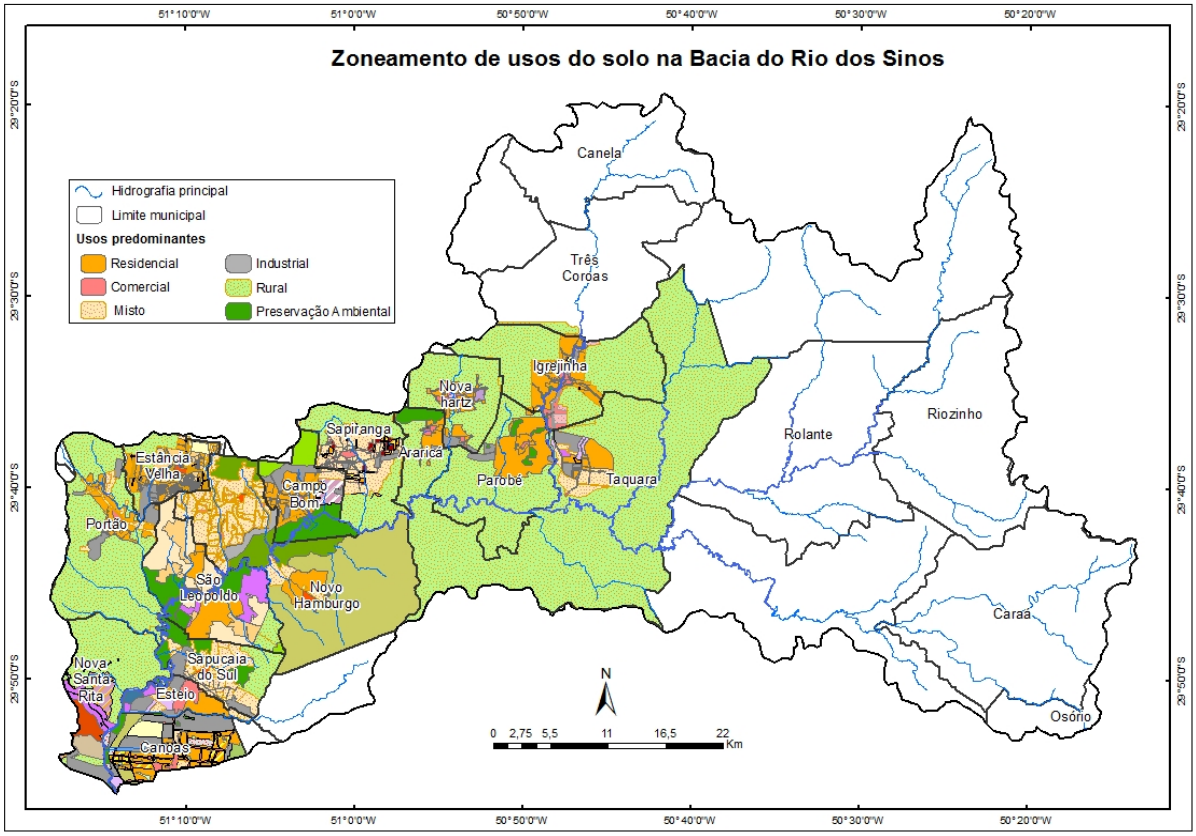


Figura 30 - Zoneamento de usos do solo na Bacia
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Uma vez espacializados os usos do solo na bacia, foi possível, através de ferramentas de geoprocessamento, sobrepor alguns indicadores de urbanização, mais especificamente, a mancha urbana de 2009 e os pontos de ligação de água da CORSAN (2016).

O cruzamento destes indicadores, juntamente com a sobreposição de imagens de satélite, possibilitou apurar as áreas efetivamente urbanizadas de cada município, e as áreas previstas para expansão urbana.

A Figura 31 apresenta os três indicadores de urbanização espacializados separadamente e o resultado desta sobreposição.

Este resultado pode ser melhor visualizado no mapa da Figura 32, intitulado “Macrozoneamento na Bacia do Rio dos Sinos”.

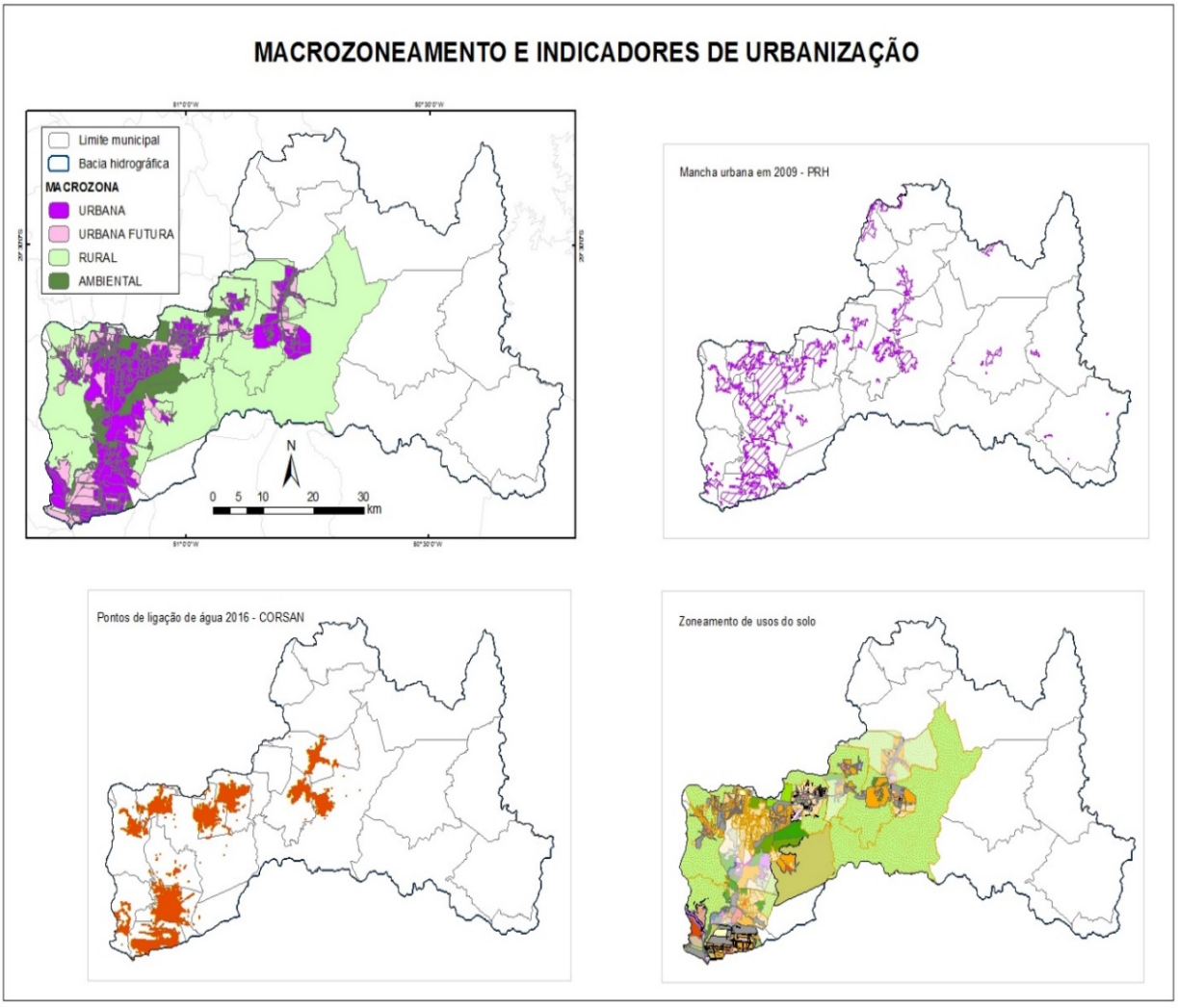


Figura 31 - Macrozoneamento e indicadores de urbanização
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

O mapa apresenta quatro classes de uso do solo: urbana, urbana futura, rural e ambiental.

Foram classificadas como macrozona urbana as áreas que nos planos diretores são destinadas a usos urbanos, apresentam grande densidade de pontos de ligação de água e estão dentro da mancha urbana de 2009.

No mapa esta classe aparece na cor roxa, e predomina na região hidrográfica do baixo Sinos, apresentando uma mancha contínua de Canoas até Campo Bom.

Áreas que são destinadas a usos urbanos nos planos diretores, porém, apresentam baixa densidade de pontos de ligação de água e estão fora da mancha urbana de 2009, foram classificadas como macrozona urbana futura, ou seja, são áreas legalmente destinadas a atividades urbanas, mas que atualmente estão desocupadas, ou subocupadas.

Estas áreas estão representadas em cor-de-rosa no mapa e circundam a macrozona urbana.

A macrozona ambiental compreende as áreas de preservação ambiental zoneadas nos planos diretores.

A macrozona rural corresponde às áreas homônimas presentes nas leis de zoneamento.

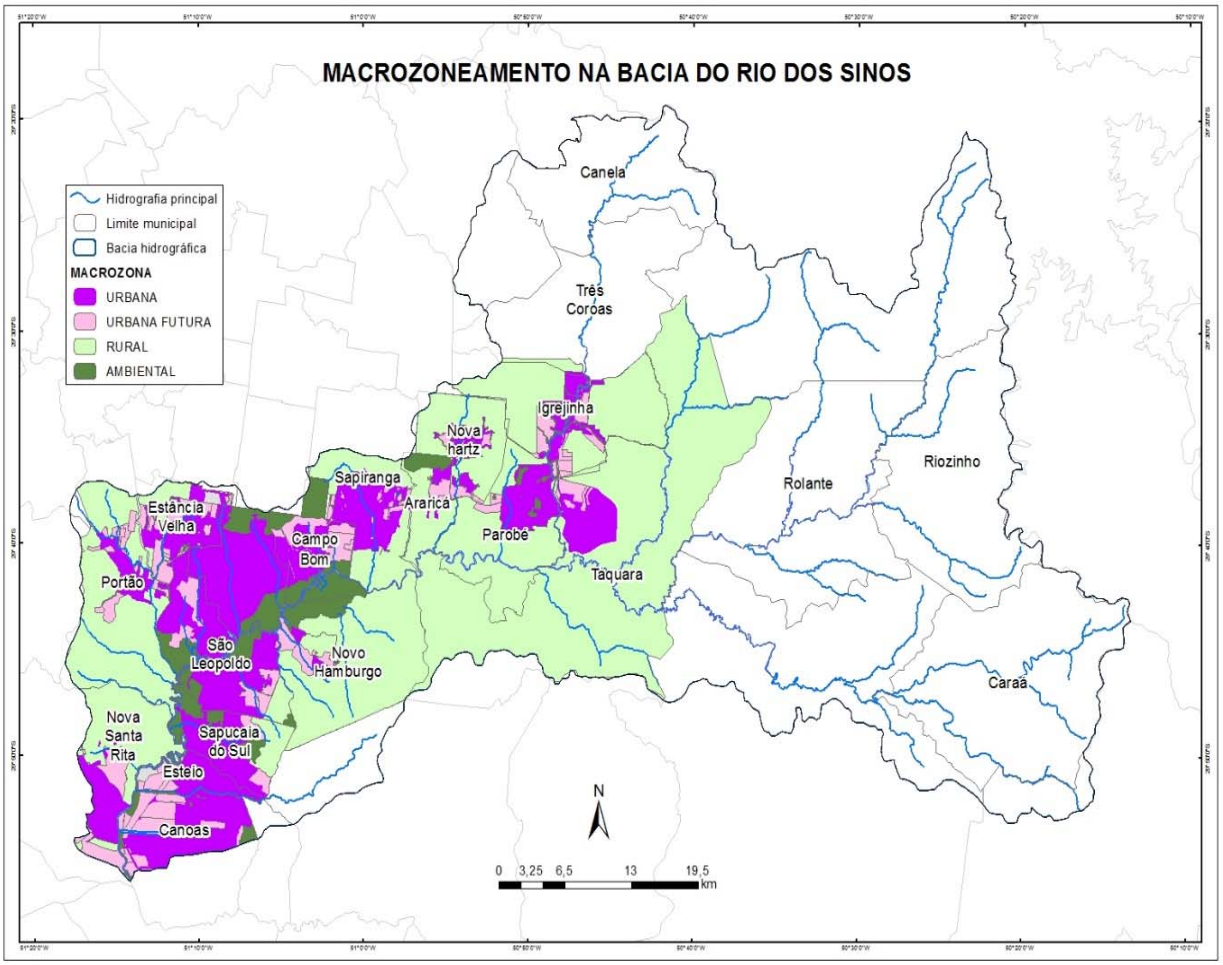


Figura 32 - Macrozoneamento na Bacia
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

O Quadro 23 apresenta a quantificação em km quadrados (km²) de cada macrozona, a área urbana legal prevista em cada plano diretor, e a mancha urbana calculada pelo PRH-SINOS utilizando imagem de satélite de 2008.

A área urbana considerada ocupada sempre consta maior do que aquela que foi obtida por classificação de imagem de satélite, visto que se considerou os polígonos do zoneamento dos planos diretores sem recortes. Ou seja, ocorrem de fato vazios urbanos em áreas delimitadas pelos planos diretores.

Conforme o Quadro 23, a macrozona denominada “urbana futura” representa a área de expansão urbana de cada município, recortada na área da Bacia do Rio dos Sinos. Canoas, por exemplo, dispõe de 25,1 km² de área urbana para expansão nessa bacia, enquanto Parobé apresenta apenas 2,5 km². Canoas, no entanto, não dispõe de zona rural, enquanto Parobé dispõe de 80 km².

Quadro 23 - Macrozoneamento na Bacia

Em km²	**PRH - Imagem 2008**	**PLANO DIRETOR**	**MACROZONAS NA BACIA**			
MUNICÍPIO	**MANCHA URBANA NA BACIA**	**URBANA TOTAL NA BACIA**	**URBANA OCUPADA**	**URBANA FUTURA**	**AMBIENTAL**	**RURAL**
ARARICÁ	1,0	7,1	3,3	3,7	5,6	22,2
CAMPO BOM	15,6	32,3	18,9	13,4	27,7	0
CANOAS	32,1	65,7	40,6	25,1	4,9	0
ESTÂNCIA VELHA	11,8	32,9	19,1	13,8	0	12,5
ESTEIO	15	23,9	17,2	6,7	2,1	0
IGREJINHA	10,5	29,1	15,3	13,8	2,7	98,4
NOVA HARTZ	3,9	15,3	9,9	5,4	0	47,2
NOVA SANTA RITA	4,8	32,2	18,5	13,7	2,8	56,5
NOVO HAMBURGO	49,5	70,5	62,3	8,2	27,4	127,9
PAROBÉ	11	25,8	23,3	2,5	2,9	80
PORTÃO	8,7	24,1	12	12	0,8	134
SÃO LEOPOLDO	46	75,2	59,7	15,4	21	6,7
SAPIRANGA	16,3	38,3	31	7,2	0	44,1
SAPUCAIA DO SUL	21,8	34,4	29,1	5,3	12,1	11,6
TAQUARA	12,2	27,5	22,1	5,4	0	430

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Sabe-se que é comum a prática de transformar zonas rurais em zonas urbanas, e por isso, neste sentido, futuramente Parobé terá mais possibilidades de expansão que Canoas. Novo Hamburgo apresenta 8,2 km² de zona urbana para expansão e 127 km² de zona rural.

São Leopoldo, município vizinho, apresenta 15,4 km² para expansão urbana, mas apenas 6,7 km² de zona rural.

3.2.1 Araricá

Seu Plano Diretor, Lei nº 502/2006, é denominado Plano Diretor de Desenvolvimento (PDD). A estruturação do espaço urbano e rural consistirá em normas relativas ao uso, ocupação e parcelamento do solo, constituídas de: Macrozoneamento, Sistema Viário, Regime Urbanístico e Parcelamento do Solo.

Macrozoneamento é a divisão do território urbano e rural em áreas com características de uso, ocupação e atividades predominantes e afins.

São elementos do macrozoneamento: Área Rural (parcela do território municipal não incluída no perímetro urbano) e Área Urbana (parcela do território municipal delimitada pelo perímetro urbano definido por lei).

Para fins de disciplinamento de uso e ocupação do solo, ficam identificadas as seguintes zonas: Zona Residencial (ZR), Zona Comercial (ZC), Zona Industrial (ZI), Zona de Proteção Ambiental (ZPA), Zona Especial de Interesse Social (ZEIS), Zona Especial de Interesse Estratégico (ZEIE) e Zona Rural (ZRU).

3.2.2 Campo Bom

Seu Plano Diretor, Lei nº 2.988/2006, é denominado Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado.

O município fica dividido em área urbana (parcela do território municipal delimitada pelo perímetro urbano definido por lei) e área rural (área municipal não abrangida pela área urbana, destinada às atividades primárias e de produção de alimentos, bem como às atividades de reflorestamento e de mineração).

Para fins desta Lei a área urbana do Município fica dividida em zonas e áreas diferenciadas pelos usos e/ou intensidade de ocupação: Zonas Residenciais (ZR1, ZR2, ZR3 e ZR4), Zona Mista (ZM), Zona Comercial (ZC), Zona Industrial (ZI), Zona de Preservação Ambiental Norte (ZPA NORTE), Zona de Preservação Ambiental Sul (ZPA SUL), Zona de Expansão Urbana Leste (ZEU LESTE), Área de Preservação Permanente (APP) e Área de Interesse Social (AIS).

As zonas industriais ao norte do município juntamente com a zona de expansão urbana, apresentam baixa ocupação urbana e por isso foram classificadas em termos de macrozoneamento como Zona Urbana Futura, totalizando cerca de 13 km².

O município apresenta aproximadamente 28 km² de área de preservação ambiental e não apresenta zona rural. A área urbana está conurbada com Novo Hamburgo.

3.2.3 Canoas

Apenas a extremidade norte do município de Canoas está inserida na Bacia do Rio dos Sinos.

Mesmo assim, apresenta uma área urbana bastante significativa. 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, 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.

A Figura 33, reproduzida do Plano Diretor, apresenta a distribuição das macrozonas do município de Canoas.

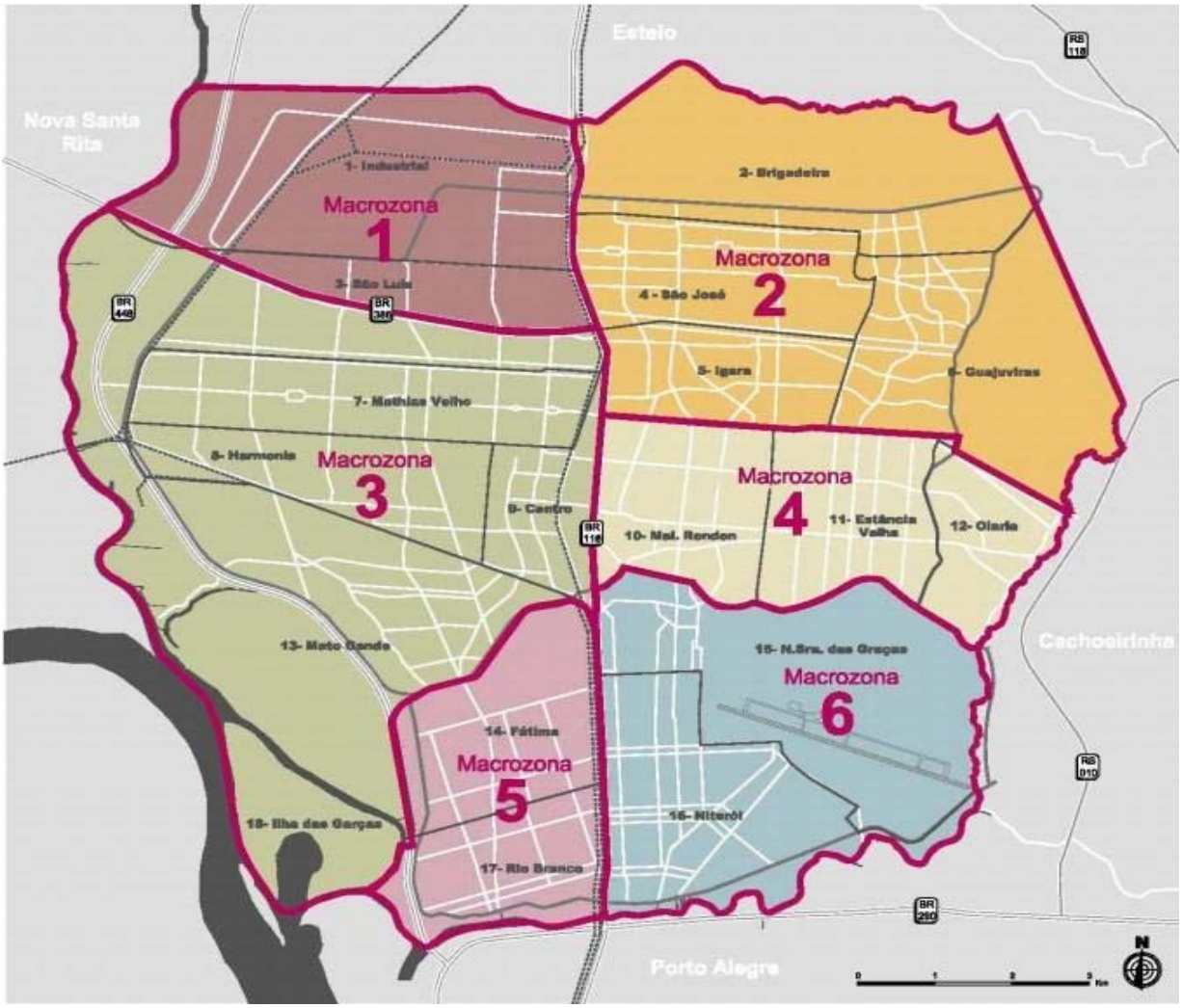


Figura 33 - Macrozonas de Canoas.
(Fonte: Plano Diretor Municipal de Canoas, 2006 ou 2008)

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 as macrozonas 1, 2, 3 e 4.

A Macrozona 1 “corresponde à região noroeste da cidade tendo como limites ao Norte o Arroio Sapucaia a Sul a BR-386, a Leste a BR-116 e a Oeste o Rio dos Sinos, sendo estratégica para grandes empreendimentos geradores de emprego e renda, de polarização metropolitana” (CANOAS, L.C. 5.341/08).

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.

O mapa acima, exibe o zoneamento do município conforme as categorias de uso apresentadas acima. Zonas de mesmo uso, com diferentes regras de regime urbanístico foram agregadas (exemplo: Zona de Uso Residencial 1 e Zona de Uso Residencial 2 foram classificadas como Zona de Uso Residencial).

No mapa 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.

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 Brigadeiro 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.

3.2.4 Caraá

Seu Plano Diretor, Lei nº 780/2006, é denominado Plano Diretor de Desenvolvimento Municipal e o Sistema de Planejamento e Gestão do Desenvolvimento Urbano.

O território Municipal é subdividido em Zona Urbana (são aquelas definidas pelas leis 074/97 e 271/2000) e Zona Rural (parcela do território municipal não incluída nas Zonas Urbanas, destinada às atividades com predominância à proteção da flora, da fauna e demais elementos naturais.

Admitindo-se, para esta perpetuação e sustentabilidade, usos científicos, habitacionais, turísticos, de lazer e atividades compatíveis com o desenvolvimento da produção primária, como a localização de pequenas indústrias vinculadas à produção por propriedade rural).

Para efeitos de planejamento, o Município de Caraá fica subdivido nas seguintes Zonas que correspondem a parcelas do território com uso e ocupação com características comuns: Zona 1 – Zona de Várzea, Zona 2 – APA Área de Proteção Ambiental, Zona 3 – Zona de Campos Altos com Resquícios de Mata Nativa, Zona 4 - Zona de Ocupação Agrícola, Zona 5 – zona de interferência legal territorial entre os municípios de Caraá e Osório, Zona 6 – Zona de Especial Interesse Religioso, Zona 7 – Reserva Indígena, ZUOI – Zona Urbana de Ocupação Intensiva, ZUOE – Zona Urbana de Ocupação Extensiva, ZEIP - Zona Especial de Interesse Público, ZEIS – Zona Especial de Interesse Social - Áreas de Recuperação Urbana e ZEIS – Zona Especial de Interesse Social - Áreas de Recuperação Urbana.

O zoneamento proposto para todo o território do Município de Caraá, estimula a intensidade de ocupação do solo de acordo com as potencialidades e restrições ambientais, econômicas e de ocupação e uso existentes considerando as relações de complementaridade entre a zona urbana consolidada e a zona rural.

3.2.5 Estância Velha

Seu Plano Diretor, Lei nº 1821, de 15 de outubro de 2012, é denominado Plano Diretor do Município de Estância Velha.

O território Municipal é subdividido em Zona Urbana (são aquelas definidas pela lei) e Zona Rural (parcela do território municipal não incluída na Zona Urbana, destinada às atividades primárias e de produção de alimentos, bem como as atividades de reflorestamento, de mineração e outros).

A Zona Urbana fica subdividida, para fins de disciplinamento de uso e ocupação do solo, nas seguintes zonas: Zonas Residenciais (ZR1, ZR1E, ZR2, ZR2E, ZR3, ZR4 e ZR5), Zonas Comerciais (ZC1, ZC2 e ZC3), Zona Industrial (ZI), Zona de Proteção Ambiental (ZPA e ZPAE), Zonas Especiais (ZE, AIP, APP, ACEU, AIU, AIAP, AIT, AMT, ANE e AMFEIE), Zona de Expansão Urbana (ZEU), Núcleos Urbanos (UN, NU1, NU2, NU3, NU4, NU5 e NU6), Zona Rural (ZRU, ZRU1, ZRU2, ZRU3 e ZRU4) e Zona Temática (ZT, ZTR e ZTU).

O município está conurbado com Novo Hamburgo e São Leopoldo.

3.2.6 Esteio

Seu Plano Diretor, Lei nº 4.247, de 06 de dezembro de 2006, é denominado Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano. O Município de Esteio faz divisa com 5 (cinco) Municípios da Região Metropolitana de Porto Alegre, que são: Sapucaia do Sul, Gravataí, Cachoeirinha, Canoas e Nova Santa Rita.

A Divisão Administrativa faz parte do processo de territorialização sendo composta por 15 (quinze) regiões, denominadas de Unidades Territoriais (UT).

Esta divisão aponta um limite de expansão e um referencial espacial para o uso e a ocupação do solo na cidade de forma racional e ordenada.

O ordenamento territorial foi implementado atendendo as seguintes diretrizes:

- Características do sítio e limites físicos (arroios, avenidas);
- Formação do território (loteamentos e reloteamentos);
- Tipos de ocupação (uso residencial, industrial, comercial);
- Limites das regiões censitárias determinadas pelo IBGE.

O zoneamento territorial de Esteio é composto de 6 (seis) Zonas de Planejamento, e objetiva o incremento do comércio e a descentralização, promovendo um maior dinamismo nos setores a serem implantados, e são descritas a seguir:

Zona Mista Preferencialmente Comercial – ZMC, Zona Mista Preferencialmente Residencial 1 – ZMR1, Zona Mista Preferencialmente Residencial 2 – ZMR2, Zona Mista 1 – ZM1, Zona Mista 2 – ZM2 e Zona Industrial Exclusiva - ZIE.

Conforme o Plano Diretor, Esteio apresenta 23,9 km² de zona urbana, porém desta área, 6,7 km² permanecem subocupados, configurando assim zona urbana futura, ou zona de expansão. Esta área de expansão concentra-se à oeste da BR 116 e termina à beira do Rio dos Sinos. Além do Núcleo Portuário às margens do rio encontra-se também um núcleo de turismo e lazer, este ainda sem infraestrutura de atendimento ao público.

3.2.7 Igrejinha

O Plano Diretor, Lei n°3.824 de 27 de outubro de 2006, é denominado Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, Rural e Ambiental.

Para efeito de ocupação e uso do solo, fica o município dividido em Zona urbana (área definida pelo perímetro demarcado no terreno e delimitado no mapa, e dividida em bairros, também delimitados no mapa) e Zona rural (a parcela do território municipal não incluída no perímetro urbano, destinada às atividades primárias e de produção agropastoril, bem como as atividades de reflorestamentos, de mineração, lazer e outros.).

Consideram-se zonas, as parcelas da área urbana que apresentam características de ocupação diferenciada.

A área urbana da sede do município de Igrejinha compreende as seguintes zonas: ZR1 – Zona Residencial 1, ZR2 – Zona Residencial 2, ZIS – Zona Residencial de Interesse Social, ZIC – Zona Industrial Comercial.

As áreas de preservação ambiental compreendem apenas as margens dos corpos hídricos. E as áreas urbanas localizam-se ao longo do Rio Paranhana. A zona rural do município é de aproximadamente 98 km² e a zona urbana, conforme plano diretor corresponde a 29 km². Destes, 15,3 encontram-se efetivamente ocupados, e 13,8 configuram área de expansão urbana.

3.2.8 Nova Hartz

O Plano Diretor, Lei n°1.450 de 1 de dezembro de 2009, é denominado Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial e Ambiental. Para fins administrativos, fiscais e de ordenamento do uso e ocupação do solo, o território do Município, divide-se em Macrozona Urbana, correspondendo a sede do Municipio e ao núcleo urbano de Campo Vicente, estabelecidos através do Perímetro Urbano (limite entre a Macrozona Urbana e a Macrozona Rural) estabelecido em Lei Especifica e Macrozona Rural, englobando o restante do território municipal.

De acordo com a classificação e uso do solo ficam instituídas as seguintes categorias de uso: Residencial – R, Comércio e Serviço Diversificados – CSD, Comércio e Serviços Geradores de Tráfego Pesado – CSTP, Comércio e Serviços Geradores de Ruídos – CSR, Estabelecimentos de Recreacao e Lazer Noturnos – ERLN, Recreacional e Turistico – RT e Indústrias tipo 1,2 e 3.

Conforme o plano diretor são 15,9 km² de área urbana, porém destes 5,5 não estão efetivamente ocupados e configuram área de expansão. A zona rural ocupa 47 km². O município não apresenta processo de conurbação com seus vizinhos.

3.2.9 Nova Santa Rita

Nova Santa Rita tem 291 km² de território, porém dentro da Bacia do Rio dos Sinos são 91 km².

O Plano Diretor, Lei n°814 de 05 de dezembro de 2006, é denominado Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável. O Modelo Territorial de Desenvolvimento Sustentável é a representação territorial dos eixos estratégicos e constitui-se como a referência principal para a implementação dos planos e programas de desenvolvimento, do Plano Normativo Territorial e dos instrumentos de gestão do uso do solo.

O Modelo Territorial de Desenvolvimento Sustentável é subdividido em três macro-divisões territoriais:

- Zona Urbana de Ocupação Prioritária: é a parte do território cuja ocupação prevista é prioritária e intensiva, tendo em vista as regras do Plano Normativo Territorial e de acordo com a proteção do patrimônio ambiental natural e cultural existente.

- Zona de Expansão Urbana: é a parte do território cuja ocupação de forma intensiva não é prioritária, porém é admitida mediante regras especiais.
- Zona Rural: é a parte do território onde as atividades primárias deverão ser priorizadas e as ocupações com características urbanas restritas às baixas densidades características da região.

As zonas de usos do solo presentes na área da bacia são: Zona rural, Zona de Expansão Urbana, Área de Projetos Estratégicos, Zona de Ocupação Urbana Prioritária, Zona Militar e Área Especial de Interesse Social.

Conforme o plano diretor são 32 km² de zona urbana dentro da Bacia do Rio dos Sinos, e destes, 18,5 estão efetivamente ocupados.

O município dispõe de 13,7 km² de área de expansão na bacia, e 56,5 km² de zona rural. Não se observa processo de conurbação com os municípios vizinhos.

3.2.10 Novo Hamburgo

O município de Novo Hamburgo está totalmente inserido na Bacia e possui 226 km² de território. O Plano Diretor, Lei n°1.216 de 20 de dezembro de 2004, é denominado Plano Diretor Urbanístico Ambiental. Constituem elementos de estrutura urbana:

- Macrozoneamento: divisão do território urbano e rural em áreas com características e intensidade da ocupação e uso distintos, considerando os aspectos ambientais, geológicos, econômicos e de ocupação e uso existentes.
- Setorização: Constitui a subdivisão das zonas miscigenadas, segundo características locais, quanto aos aspectos de identidade, expectativa de densificação, ambientais e de ocupação e uso.
- Áreas Especiais: Apresentam características distintas quanto à ocupação e uso do setor ou zona onde estão inseridas, devendo ser objeto de ações distintas do Poder Executivo Municipal ou de projeto especial.
- Sistema Viário: Constitui a estrutura de circulação no território, formado basicamente por: Rodovias, Vias, Vias coletoras, Vias Locais, Vias especiais, Ferrovias, Ciclovias e Passagem de pedestres.

O município apresenta a maior mancha urbana da bacia (49,5 km²) e está conurbado a oeste com São Leopoldo, a norte com Estância Velha e a leste com Campo Bom.

Conforme seu plano diretor são 70,5 km² de zona urbana e 128 de zona rural. 62,3 km² da zona urbana encontram-se efetivamente ocupados, restando apenas 8,2 km² para expansão futura.

A grande extensão de zona rural, no entanto, pode garantir a expansão urbana futura da cidade quando a zona de expansão atual se esgotar.

3.2.11 Parobé

Parobé possui território de 110 km² totalmente inserido na Bacia.

O Plano Diretor, Lei n°1840/2001, é denominado Plano Diretor do Município de Parobé.

O território municipal fica dividido em Zona Rural (parcela do território Municipal não incluída na Zona Urbana, é destinada às atividades primárias e de produção de alimentos, bem como às atividades de reflorestamento, mineração, lazer e outros) e Zona Urbana, que por sua vez, fica subdividida para fins de disciplinamento do uso da ocupação do solo, nas seguintes zonas: ZR1 – Zona Residencial 1, ZR2 – Zona Residencial 2, ZC1 – Zona Comercial 1, ZC2 – Zona Comercial 2, ZI1 – Zona Industrial 1, ZI2 – Zona Industrial 2, ZI3 – Zona Industrial 3, ZPA – Zona de Preservação Ambiental e ZEXT – Zona de Expansão Territorial.

Para cada zona serão fixados usos capazes de se desenvolverem sem comprometer as suas características.

Com relação à Classificação de Usos Urbanos, ficam instituídas as seguintes categorias: Uso Residencial – R, Comércio e Serviços Geradores de Ruídos-CSR, Estabelecimentos de Recreação e Lazer Noturnos-ERLN, Comércio e Serviços Geradores de Tráfego Pesado-CSTP, Comércio e Serviços Perigosos-CSP, Comércio e Serviços Diversificados-CSD, Recreacional e Turístico-RT, Uso Especial e Industria 1, 2 e 3 – I.1, I.2 e I.3.

Conforme o plano diretor são 25,8 km² de zona urbana e 80 de zona rural. A zona urbana ocupada contempla 23,3 km² e a zona de expansão urbana 2,5 km².

A zona urbana encontra-se entre o Rio Paranhana e o Arroio Funil, em sentido leste-oeste. O município está conurbado a nordeste com Igrejinha e a leste com Taquara.

3.2.12 Portão

A maior parte do município Portão está inserida na Bacia, correspondendo a 160 km² de território. São 24,1 km² de zona urbana estipulada pelo plano diretor, e desta área, 12 km² encontram-se efetivamente ocupados.

O Plano Diretor, Lei n°2080/2010, é denominado Plano Diretor do Município de Portão.

O território municipal fica dividido em Zona Rural (parcela do território municipal não incluída na Zona Urbana, destinada às atividades primárias e de produção de alimentos, bem como às atividades de reflorestamento, de mineração e outros) e Zona Urbana, que por sua vez, fica subdividida para fins de disciplinamento do uso da ocupação do solo, nas seguintes zonas: ZEP – Zona Especial de Preservação, ZR1, 2 e 3 – Zona Residencial 1, 2 e 3, ZM – Zona Mista, ZC - Zona Comercial e ZI1 e 2 – Zona Industrial 1 e 2.

Com relação à Classificação de Usos Urbanos, ficam instituídas as seguintes categorias: Uso Residencial – R, Comércio e Serviços Geradores de Ruídos-CSR, Estabelecimentos de Recreação e Lazer Noturnos-ERLN, Comércio e Serviços Geradores de Tráfego Pesado-CSTP, Comércio e Produtos Perigosos-CPP, Comércio e Serviços Diversificados-CSD, Uso Especial e Industria 1, 2 e 3 – I.1, I.2 e I.3.

3.2.13 Riozinho

O Plano Diretor, Lei n°1037/2009, é denominado Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Rural de Riozinho.

O território municipal fica dividido em Área Rural (espaço do território do Município, cujas funções são de caráter não urbano) e Área Urbana (espaços do território do município, disciplinados por lei municipal e sujeitos as normas e especificações das Leis do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Rural de Riozinho, Perímetro Urbano, Parcelamento do solo Urbano e Código de Edificações).

A área do uso do solo do Município será dividida nas seguintes zonas, segundo os usos, intensidade de ocupação e aproveitamento, apresentada em plantas e quadros anexos: Zona Comercial, Zona Residencial, Zona Industrial, Área Agrícola, Área Especial, Área Inundável.

3.2.14 Rolante

O Plano Diretor, Lei n°2142 de 01 de novembro de 2006, é denominado Plano Direto do Município de Rolante. Considera-se uso do solo e das edificações, as seguintes categorias: Residencial, Comercial, Serviço, Institucional, Misto, Industrial e Especial. O município é dividido por macrozonas distintas: Área Urbana e Áreas Rurais.

A área do uso do solo do Município será dividida nas seguintes zonas: ZR1, 2, 3 e 4 - Zonas Residenciais 1, 2, 3 e 4, ZC – Zona Central, CP – Corredor Principal, CS – Corredor Secundário, APA – Área de Proteção Permanente, ZI – Zona Industrial e ZR – Zona Rural.

3.2.15 São Leopoldo

São Leopoldo está totalmente inserido na área da bacia e tem um território com aproximadamente 103 km².

Possui uma mancha urbana na mesma ordem de grandeza do município vizinho, Novo Hamburgo. O Plano Diretor, Lei n°6.125 de 19 de dezembro de 2006, é denominado Plano Diretor do Município de São Leopoldo e adota como conceito de território o espaço físico constituído pelas relações sócio-cultuais e elementos de estruturação que compõe: Patrimônio Natural, Sistema de circulação, Atividades de desenvolvimento sócio-econômico, Elementos Físico Espaciais, Sistemas de planejamento e gestão setoriais integrados e Programas de desenvolvimento Territorial, ambiental, econômico e social.

Quanto ao ordenamento territorial, fica o Município de São Leopoldo dividido em quatro Macrozonas:

- **Macrozona Urbana** - corresponde à porção urbanizada do território, apresentando diferentes graus de consolidação e infra-estrutura básica, destinando-se a concentrar o adensamento urbano.
- **Macrozona de Expansão Urbana** - corresponde à porção do território de transição do rural para o urbano, reservada à expansão da malha urbana;

- **Macrozona Rural** - corresponde à porção do território destinada à atividade primária, em conformidade com a Lei Federal nº 4.504, de 30 de novembro de 1964 - Estatuto da Terra;
- **Macrozona de Proteção Ambiental** - corresponde à porção do território com predominância de áreas de ambiente natural, com utilização compatível com a preservação ambiental e ocupação controlada.

A Setorização institui as regras gerais de uso e ocupação do solo para cada um dos Setores em que se subdividem as Macrozonas.

A Macrozona Urbana se subdivide em setores de: Ocupação Prioritária, Qualificação, Estruturação Prioritária e Produção Prioritário.

A Macrozona de Expansão Urbana se subdivide em setores de: Estruturação e Produção.

A Macrozona de Proteção Ambiental é composta, predominantemente, por áreas de preservação permanente (APP), unidades de conservação, parques urbanos e por áreas com restrição de ocupação, destinando-se à preservação e recuperação ambiental bem como ao desenvolvimento econômico sustentável e compatível.

A Macrozona de Proteção Ambiental se subdivide em setores de: Recuperação Ambiental, Conservação Ambiental Leste e Conservação Ambiental Oeste.

O uso do solo fica classificado em:

- Residencial: que envolve a moradia de um indivíduo ou o grupo de indivíduos;
- Não residencial: que envolve o desenvolvimento de atividades comerciais, prestação de serviços, institucionais e industriais;
- Misto: que envolve a associação dos usos residencial e não residencial, na mesma edificação ou lote.

Conforme o plano diretor são 75,2 km² de zona urbana e 6,7 km² de zona rural. A zona urbana efetivamente ocupada soma 59,7 km², enquanto a zona urbana futura corresponde a 15,4 km².

O município apresenta-se conurbado com Sapucaia do Sul (limite sul), Novo Hamburgo (limite leste e nordeste) e Estância Velha (ao norte).

O município de Portão também apresenta um quadro de ocupação urbana bem próximo ao limite de São Leopoldo.

3.2.16 Sapiranga

Sapiranga tem área total de 138 km², sendo 82 km² na Bacia do Rio dos Sinos. A mancha urbana encontra-se inteiramente na Bacia.

O Plano Diretor, Lei n°4805 de 30/08/2011, é denominado Plano Diretor de Desenvolvimento Humano e Ambiental.

A área Urbana fica dividida, para fins de disciplinamento do uso e ocupação do solo, em cinco zonas:

- Zona Residencial – ZR: São as áreas que em função das suas condições físicas somente permite a ocupação com baixa densidade populacional e a autorização de atividades de comércio e de serviços de caráter estritamente local;
- Zona Mista – ZM: São as áreas que em função das condições físicas favorecem a ocupação com alta densidade populacional integrada a atividades de comércio, serviços e indústria de baixo impacto ambiental;
- Zona Comercial Central - ZCC: São as áreas que em função de sua inserção no território devem ser destinadas à ocupação intensiva e a implantação de atividades comerciais e de serviços visando atender às necessidades do restante do território;
- Zona Comercial Estrutural – ZCE: São as áreas lindeiras ao sistema viário estrutural que, em função da infraestrutura instalada devem ser otimizadas permitindo o uso residencial, comercial e industrial de médio impacto ambiental;
- Zona Industrial Consolidada – ZIC: São as áreas consolidadas junto a Zona Mista e que apresentam boas condições de acesso e adequadas condições de sítio, permitindo a manutenção das indústrias desde que não poluidoras ou de baixo impacto ambiental;
- Zona Distrito Industrial – ZDI: É uma zona que pela sua localização contígua a área ocupada e boa acessibilidade, permite a concentração de indústrias de grande porte com médio impacto ambiental;
- Zona Industrial Especial – ZIE: É uma zona que pela sua distância das áreas densamente ocupadas, apresenta boas condições de acesso e adequadas condições de sítio, permitindo a instalação de indústrias de alto impacto ambiental que deverão apresentar estudo de impacto ambiental, projeto de tratamento dos resíduos e ações mitigadoras da circulação de veículos.

Quanto à classificação do uso do solo, ficam instituídas as seguintes categorias: Residencial (R), Comércio e Serviços Diversificados (CSD), Comércio e serviços Geradores de Tráfego Pesado (CSTP), Comercio e Serviços Geradores de Ruídos (CSR), Estabelecimentos de Recreação e Lazer Noturnos (ERLN), Recreacional e Turístico (RT) e Industrias Impacto Ambiental Baixo, Médio e Alto.

De acordo com o Plano Diretor são 38,3 km² de zona urbana e 44,1 de zona rural. 31 km² estão efetivamente ocupados na zona urbana e restam 7,2 para expansão.

A área urbana ocupada chega ao limite com o município de Campo Bom, porém não configura um processo de conurbação.

3.2.17 Sapucaia do Sul

Sapucaia do Sul tem área territorial de 52 km² e está totalmente dentro da Bacia.

O Plano Diretor, Lei n°2.896, é denominado Plano Diretor do Município de Sapucaia do sul. Com base nos seus princípios e para atender seus objetivos, estabelece as seguintes estratégias para a política urbana e organização territorial do Município: Planejamento e Gestão Urbana, Desenvolvimento Socioeconômico, Saneamento Ambiental, Desenvolvimento Habitacional, Mobilidade Urbana e Acessibilidade e Preservação do Patrimônio Ambiental e Cultural.

O macrozoneamento territorial delimita e subdivide o território municipal em:

- Zona Mista: como área intensiva de ocupação, densificação e indução do crescimento e desenvolvimento urbano de áreas consolidadas e em consolidação; os dispositivos urbanísticos preveem ocupação com lotes de dimensões compatíveis com as características e a infraestrutura local, assim como uso adequado às densidades de ocupação máximas e mínimas previstas;
- Zona Rural, com característica de ocupação rarefeita como área extensiva, onde as diretrizes de uso e ocupação devem promover prioritariamente as atividades agroindustriais, agroecológicas e de turismo sustentável;
- Zona Industrial: com característica de ocupação industrial: com acessibilidade proporcionada pelo sistema viário do entorno principal.

  Os dispositivos urbanísticos preveem ocupação com lotes de dimensões compatíveis com as características e a infraestrutura local, assim como uso adequado;
- Zonas de Interesse ambiental: As Zonas de Interesse Ambiental – ZIA definidas em função das necessidades de proteção integral e dos diferentes graus de uso sustentável permitidos são compostas por ecossistemas de interesse para a preservação, conservação e desenvolvimento de atividades sustentáveis.

O zoneamento constitui a subdivisão da Zona mista, segundo características locais, quanto aos aspectos de identidade, expectativa de densificação, ambientais e de ocupação e uso. Ficam estabelecidas as seguintes Zonas: Zona de Interesse Ambiental 1- ZIA 1, 2 e 3; Zona Industrial – ZI; Corredores de Comércio e Serviço Principais e Secundários; Corredor Industrial – CI; Zona Mista Central, 1, 2, 3 e 4 e Zona Rural.

Sapucaia do Sul apresenta-se conurbada com Esteio (ao sul) e São Leopoldo (a norte). Em ambos os limites predominam zonas de usos residencial e comercial. De acordo com o plano diretor existem 34,4 km² de zona urbana e 11,6 de zona rural.

A área urbana efetivamente ocupada soma 29,1 km² e a área para expansão urbana 5,3. Áreas de preservação ambiental somam 12 km² e estão distribuídas nos limites com Nova Santa Rita (Rio dos Sinos) e São Leopoldo. Também há uma zona de interesse ambiental no interior do município.

3.2.18 Taquara

Seu Plano Diretor, Lei n°3.715/2006, é denominado Plano Diretor do Município de Taquara e dá outras providências.

O Macrozoneamento Municipal objetiva definir para cada porção de território municipal denominado Macrozona, normas de ocupação do solo, tanto no que se refere à sua intensidade, quanto à tipologia de usos, potencializando as suas características naturais, ordenando a ocupação antrópica e a produção econômica para um desenvolvimento integrado e sustentável.

O macrozoneamento municipal é dividido em: Macrozona Citadina (áreas localizadas internamente ao perímetro urbano da cidade), Macrozonas Urbanas (áreas localizadas internamente ao perímetro urbano das sedes distritais) e Macrozonas Rurais (áreas rurais do distrito de Taquara).

Segundo consta no plano diretor são 27,5 km² de zona urbana e 430 km² de zona rural. A zona urbana efetivamente ocupada soma 22,1 km² e existem 5,4 km² para expansão.

Sua zona urbana vai até o limite com Parobé, mas não chega a configurar conurbação.

3.2.19 Três Coroas

Seu Plano Diretor, Lei n°2,546 de 10 de outubro de 2006, é denominado Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado.

O ordenamento territorial consiste na organização e controle do uso e ocupação do solo no território municipal, de modo a evitar e corrigir as distorções do processo de desenvolvimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente, o desenvolvimento econômico e social e a qualidade de vida da população.

O Macrozoneamento fixa as regras fundamentais de ordenamento do território e tem como objetivo definir diretrizes para a utilização dos instrumentos de ordenação territorial e de zoneamento de uso e ocupação do solo. Consideram-se Macrozonas, integrante desta lei:

- Macrozonas Urbanas;
- Macrozonas Rural e Turística;
- Macrozona de Preservação Permanente;
- Macrozonas Especiais.

No zoneamento ficam estabelecidas as seguintes zonas: Zonas Especiais, Zonas Especiais de Interesse Social, Zona Rural (compreende todo território municipal, não incluído no perímetro urbano), Zona de Interesse e Histórico e Cultural, Zonas Comerciais, Zonas Industriais e Zonas Residenciais.

3.3 Interfaces e Compartilhamentos de Sub-Bacias

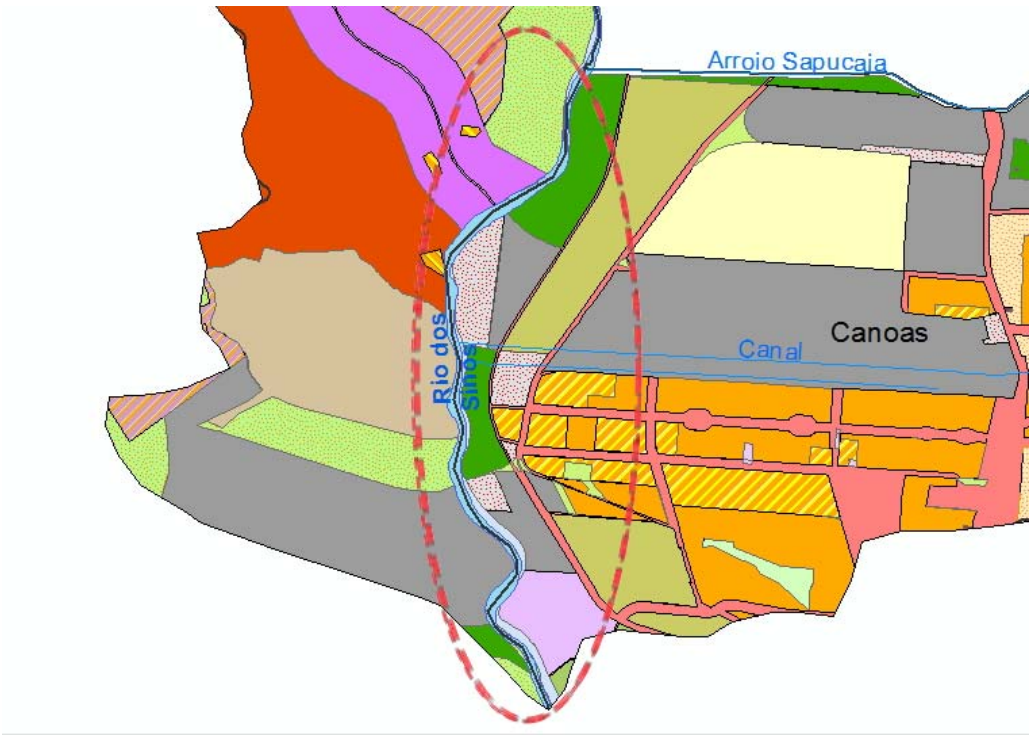
A presença dos recursos hídricos configurando os limites físicos intermunicipais gera uma dependência em termos de planejamento no que tange aos diferentes cenários propostos nos PMSB's, e consequentemente na Bacia do Rio dos Sinos como um todo.

3.3.1 Limites Municipais e Planejamento Urbano

A seguir apresenta-se as interfaces municipais com a sobreposição dos planos diretores, suas divisas políticas e, quando coincidir, a divisa hídrica.

Os municípios de Nova Santa Rita e Canoas, mostrados na Figura 34, possuem o próprio Rio dos Sinos como divisa natural entre eles.

Interface Nova Santa Rita - Canoas



Nova Sta Rita
- Zona de Ocupação Urbana Prioritári
- Zona de Expansão Urbana
- Zona de Projetos Estratégicos
- Zona Militar
- Area Especial Interesse Social
- Zona Industrial
- Area Especial Interesse Ambiental
- Zona Rural

Canoas
- Zona de Uso Residencial
- Zona de Uso Comercial
- Zona de Uso Misto
- Zona Especial de Interesse Social
- Zona Especial de Interesse Institucional
- Zona Industrial
- Areas verdes/ Institucionais
- Zona de Transição Ambiental
- Unidade de Conservação
- Zona de Proteção do Ambiente Natural
- Potencial Turístico

Figura 34 - Interface Nova Santa Rita – Canoas
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Em Nova Santa Rita os principais usos ao longo do Rio são: Industrial, Militar e Rural.

Além disso, ainda é possível observar uma Zona de Ocupação Urbana Prioritária e uma zona destinada a projetos estratégicos.

Neste municipio não observa-se áreas de proteção ambiental às margens do rio.

Em Canoas encontram-se duas faixas ao longo do rio zonadas com Transição Ambiental, uma Zona de Uso Institucional, e uma área denominada Zona Industrial.

Observa-se que ambos os municípios possuem Zona Industrial que chegam às margens do Rio dos Sinos, próximo à sua foz.

Já o divisor natural entre Canoas e Esteio é o Arroio Sapucaia, conforme apresentado na Figura 35.

Interface Canoas - Esteio

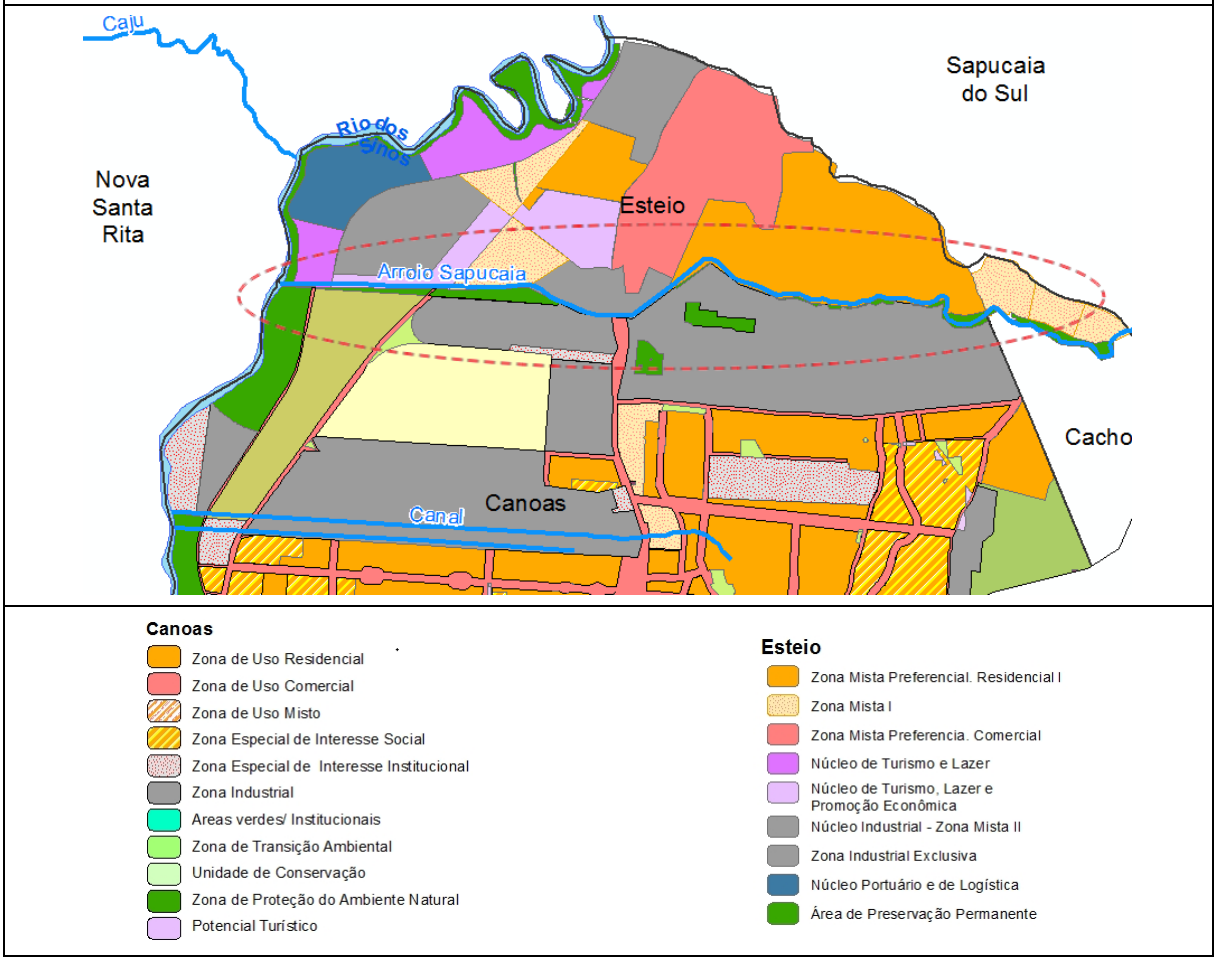


Figura 35 - Interface Canoas - Esteio
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Em Canoas, a maior parte da divisa apresenta-se como Zona de Transição Ambiental.

Esta zona, conforme a Lei do Plano Diretor não pode ser ocupada por nenhuma atividade que descaracterize ou degrade de qualquer forma o meio ambiente.

Observando-se o mapa de usos do solo do município de oeste para leste, ou seja, a partir do Rio dos Sinos, encontra-se uma faixa de Proteção Permanente, e na sequência áreas de uso turístico (Núcleo de Turismo e Lazer e Núcleo de Turismo, Lazer e Promoção Econômica).

Também observa-se uma Zona de Uso misto (onde permite-se atividades residenciais e comerciais) e uma Zona Mista Preferencialmente Residenial.

Em Canoas, apenas a área da BR 116 foge à classificação de Transição Ambiental ao longo do arroio, e apresenta uso industrial. Em Esteio, a área da BR 116 também tem uso industrial.

Os usos do solo nestes dois municípios não são conflitantes, podendo haver, inclusive complementação de usos para seus habitantes.

Não há elementos naturais na divisa entre Esteio e Sapucaia do Sul. Observa-se na Figura 36 usos similares ao longo da divisa política.

Interface Esteio – Sapucaia do Sul

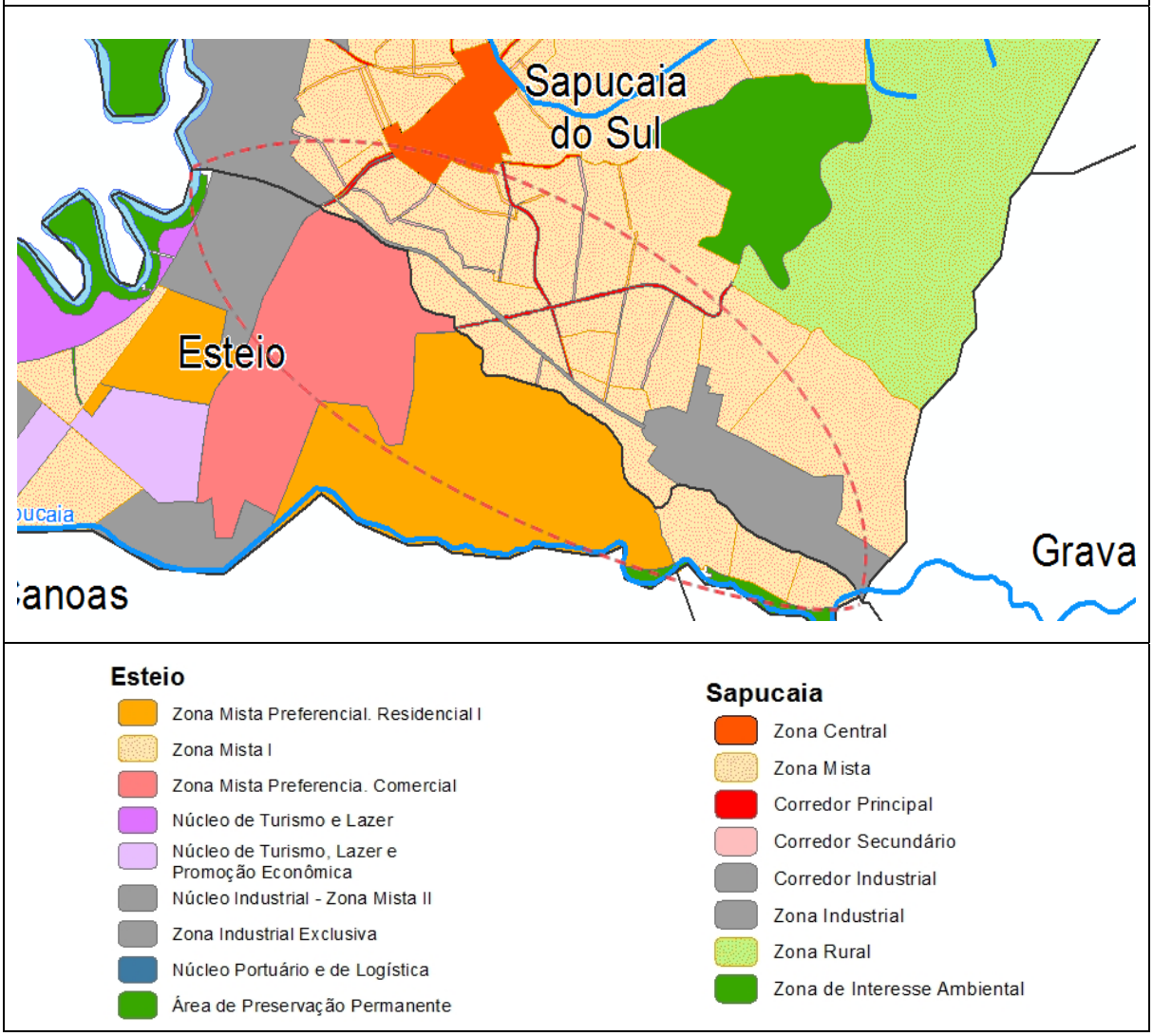


Figura 36 - Interface Esteio – Sapucaia do Sul
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Ambos apresentam Zona Industrial a partir do Rio dos Sinos em direção leste.

Na sequência Esteio apresenta Zona Mista Preferencialmente Comercial seguida de Zona Mista Preferencialmente Residencial.

Em Sapucaia do Sul, também predomina uso misto do solo em toda área limítrofe a Esteio, mais especificamente Zona Mista 4, que conforme o Plano Diretor (Lei Complementar 2896/2006) caracteriza-se como “zona de ocupação e uso preferencial habitacional multifamiliar, com atividades compatíveis permitidas”.

O Rio dos Sinos faz a divisa Esteio e Nova Santa Rita, conforme apresentado na Figura 37.

Interface Esteio – Nova Santa Rita



Esteio

- Zona Mista Preferencial. Residencial I
- Zona Mista I
- Zona Mista Preferencia. Comercial
- Núcleo de Turismo e Lazer
- Núcleo de Turismo, Lazer e Promoção Econômica
- Núcleo Industrial - Zona Mista II
- Zona Industrial Exclusiva
- Núcleo Portuário e de Logística
- Área de Preservação Permanente

Nova Sta Rita

- Zona de Ocupação Urbana Prioritári
- Zona de Expansão Urbana
- Zona de Projetos Estratégicos
- Zona Militar
- Area Especial Interesse Social
- Zona Industrial
- Area Especial Interesse Ambiental
- Zona Rural

Figura 37 - Interface Esteio – Nova Santa Rita
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Em Nova Santa Rita encontra-se área de Zona Rural em toda a extensão da divisa, enquanto em Esteio observa-se Área de Preservação Permanente (APP) ao longo do rio.

Na sequência da APP observa-se Núcleo de Turismo e Lazer e Núcleo Portuário e Logístico.

Conforme os planos diretores vigentes, pode-se dizer que não há uso intensivo do solo ao longo da divisa municipal, ou, ao longo do rio.

O limite municipal entre São Leopoldo e Sapucaia do Sul se faz por elementos artificiais, neste caso, logradouros, como pode ser observado na Figura 38.

Interface Sapucaia do Sul – São Leopoldo

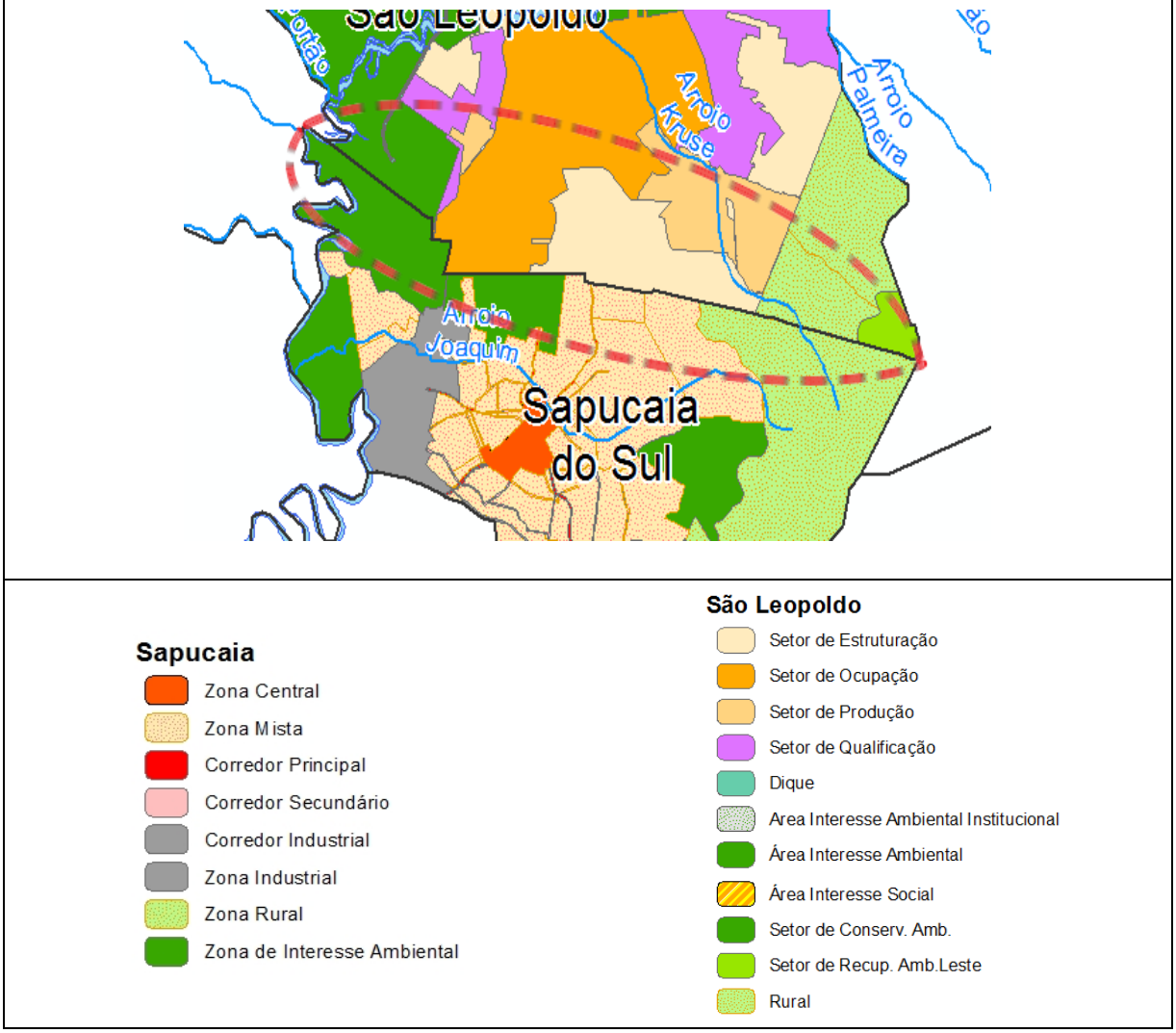


Figura 38 - Interface Sapucaia do Sul – São Leopoldo
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

São aproximadamente 13 km de divisa entre os municípios, que inicia (sentido oeste-leste) como Zona de Interesse Ambiental em Sapucaia do Sul, estendendo-se por cerca de 6 km ao longo da linha de divisa. Acompanhando a faixa limítrofe, em Sapucaia observa-se Zona Mista (residencial e comercial) e Zona Rural.

Em São Leopoldo os usos do solo ao longo da divisa municipal são respectivamente: de conservação ambiental, uso urbano e uso rural.

Observa-se complementaridade de usos do solo entre os municípios, uma vez que ambos iniciam a linha de divisa com zona de proteção ambiental, passam para zona de uso urbano e, por fim, apresentam zona de uso rural.

A divisa entre Nova Santa Rita e Portão, apresentada na Figura 39, inicia pela estrada denominada João Correa e na sequência Estrada Marcolino Veríssimo.

Interface Nova Santa Rita – Portão

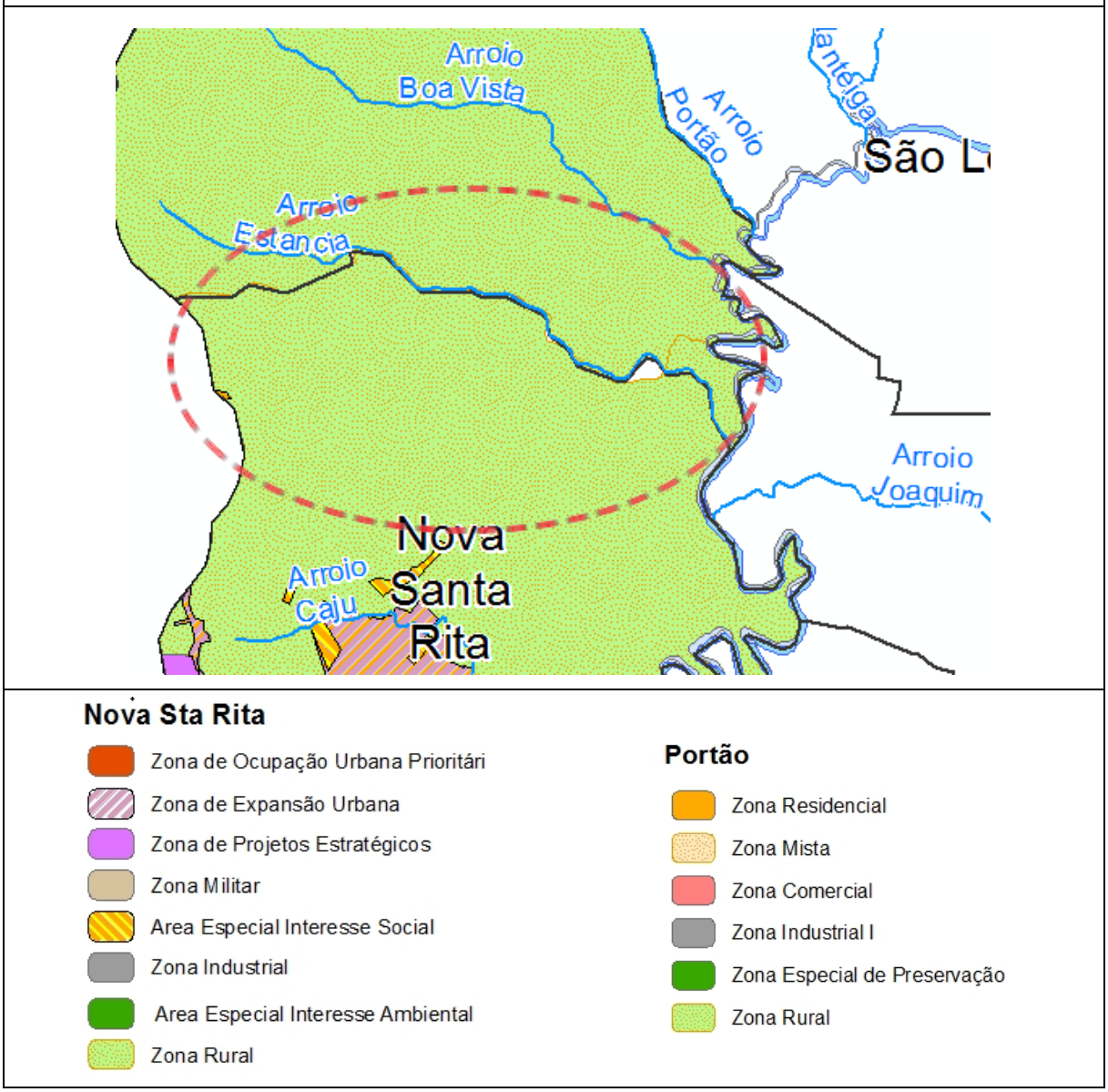
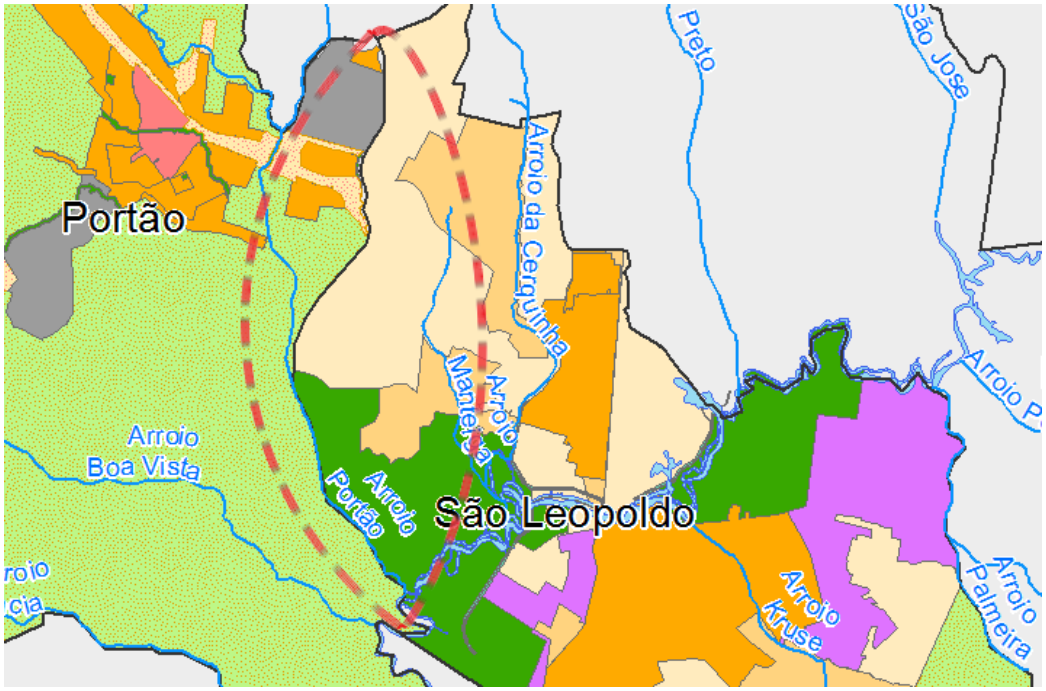


Figura 39 - Interface Nova Santa Rita - Portão
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Cerca de 3,5 km a leste, a divisa passa a ser representada pelo Arroio Estância. Ambos municípios apresentam Zona Rural em toda faixa de divisa.

Conforme apresentado na Figura 40, o limite sul entre Portão e São Leopoldo está representado pelo Rio dos Sinos, mas poucos metros em direção norte, a divisa passa e ser representada pelo Arroio Portão (afluente do Rio dos Sinos).

Interface Portão – São Leopoldo



Portão

- Zona Residencial
- Zona Mista
- Zona Comercial
- Zona Industrial I
- Zona Especial de Preservação
- Zona Rural

São Leopoldo

- Setor de Estruturação
- Setor de Ocupação
- Setor de Produção
- Setor de Qualificação
- Dique
- Area Interesse Ambiental Institucional
- Área Interesse Ambiental
- Área Interesse Social
- Setor de Conserv. Amb.
- Setor de Recup. Amb.Leste
- Rural

Figura 40 - Interface Portão – São Leopoldo
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

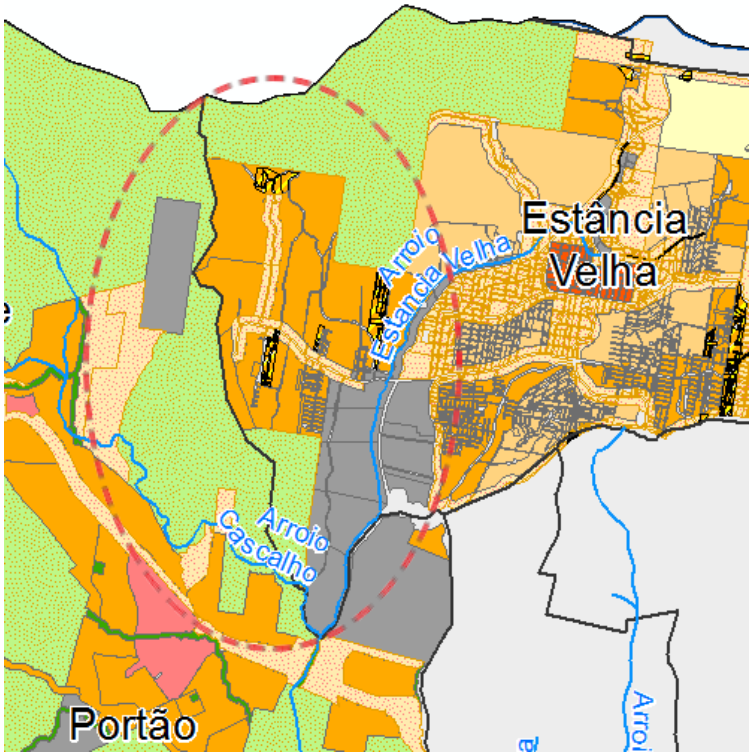
Em Portão o arroio encontra-se em área rural, ao passo que, em São Leopoldo observa-se o Setor de Conservação Ambiental Oeste. O arroio Portão configura-se como limite entre os municípios por cerca de 4,7 km.

Quando o mesmo deixa de ser o elemento de divisa, cessa o setor de conservação ambiental em São Leopoldo e inicia-se Macrozona Urbana.

Em Portão, também se observa usos urbanos na parte norte da divisa, mas especificamente Zona Mista e Zona Industrial.

A divisa entre Portão e Estância Velha é caracterizada por um estreito arroio denominado Arroio Bonito, no entanto, devido à escala das bases cartográficas utilizadas na Figura 41, este curso d'água não é representado.

Interface Portão – Estância Velha



Portão

- Zona Residencial
- Zona Mista
- Zona Comercial
- Zona Industrial I
- Zona Especial de Preservação
- Zona Rural

Estancia Velha

- Zona 1
- Zona 2
- Zona Mista
- Zona Central
- ZEIS
- Zona Especial de Mineração
- Zona Industrial
- Zona Rural

Figura 41 - Interface Portão – Estância Velha
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

A faixa limítrofe ao sul, apresenta uso rural para ambos os municípios. Em Estância Velha, acompanhando a linha de divisa, após 2,5 km, termina a zona rural e inicia-se a Zona 2, que de acordo com o Plano Diretor (Lei Municipal nº 1821/2012) "caracteriza-se pela proximidade às áreas geradoras de emprego, justificando uma ocupação mais intensiva do solo que possibilite uma maior oferta habitacional e otimização do aproveitamento da infraestrutura urbana".

Por fim, os últimos dois km da linha de divisa em Estância Velha apresentam uso rural. Em Portão predomina o uso rural em toda extensão do limite municipal.

Conforme o Plano Diretor de São Leopoldo (Lei Municipal 6.125/2006), a área de divisa do município com Estância Velha, apresentada na Figura 42, é classificada como Macrozona de Expansão Urbana, Setor de Estruturação Prioritária.

Interface Estância Velha – São Leopoldo

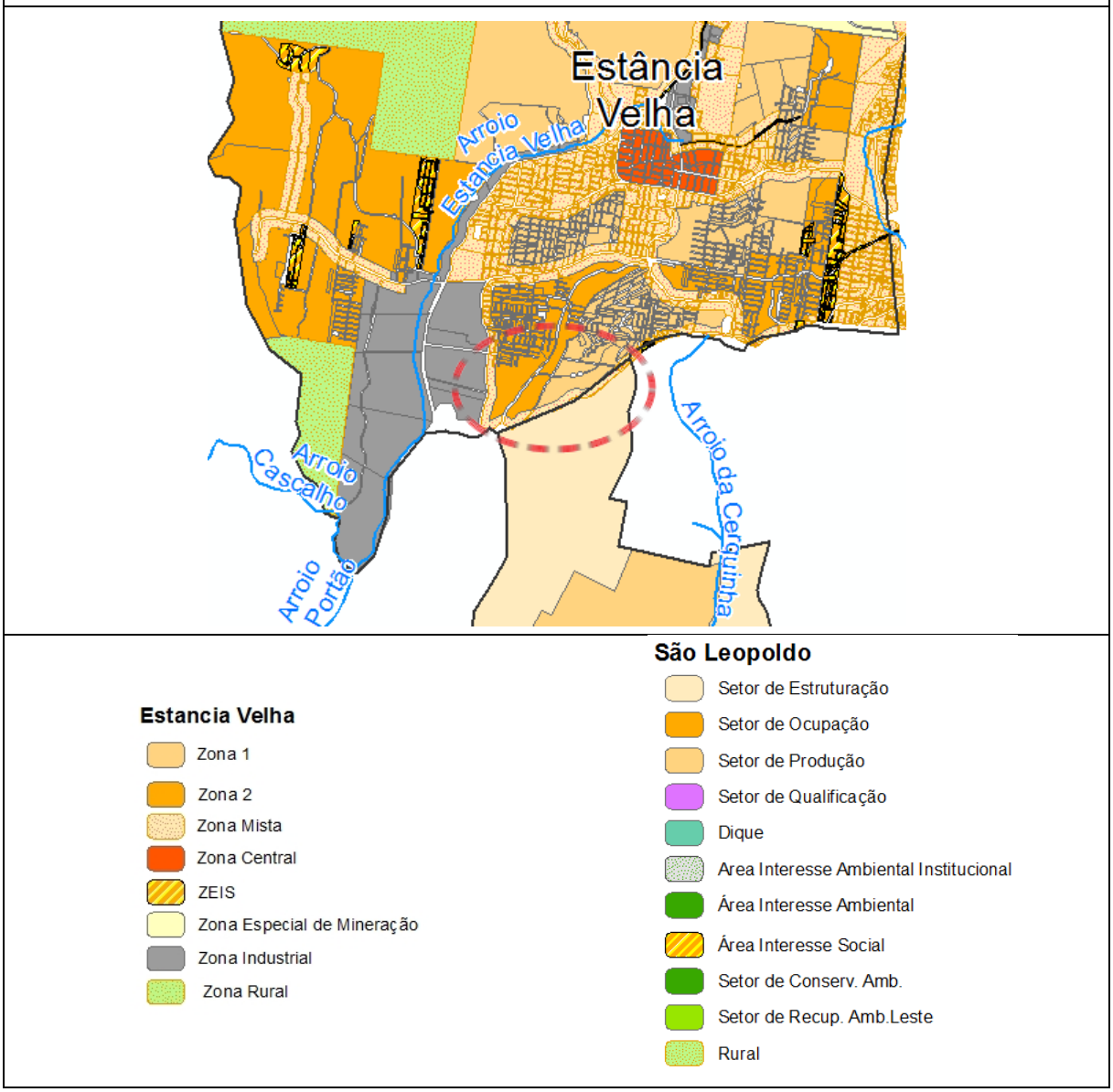


Figura 42 - Interface Estância Velha – São Leopoldo
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Este setor caracteriza-se pela carência de infraestrutura e de equipamentos públicos, uso predominantemente residencial, incidência de loteamentos irregulares e núcleos habitacionais de baixa renda. Em Estância Velha observa-se na área de divisa, Zona 1 e Zona 2, que comportam usos residenciais e comerciais.

Estes municípios apresentam usos do solo urbano com diferentes densidades populacionais.

A interface de limites municipais entre Estância Velha e Novo Hamburgo não se dá por elementos naturais, apesar de estar bastante próxima ao Arroio Luiz Rau em alguns pontos, apresentando usos urbanos bastante consolidados, como pode ser verificado na Figura 43.

Interface Estância Velha – Novo Hamburgo

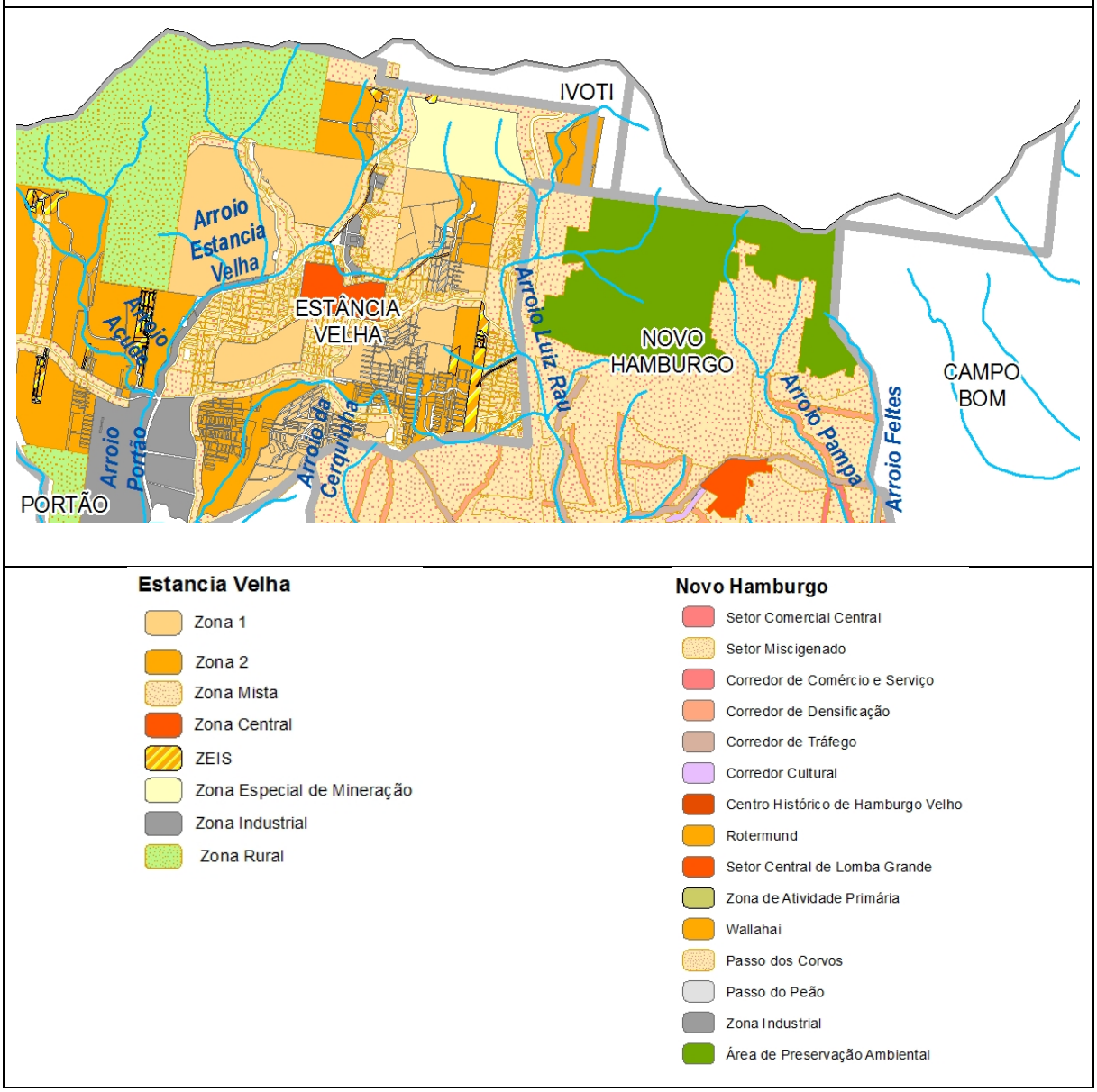


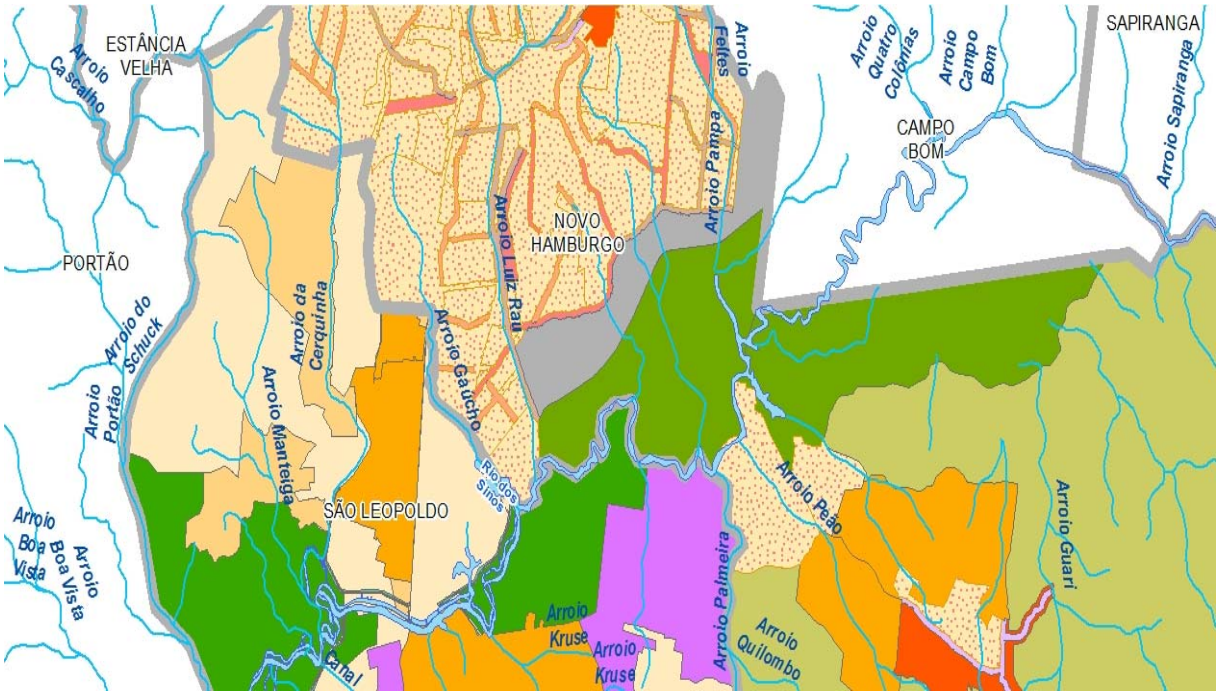
Figura 43 - Interface Estância Velha – Novo Hamburgo
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

A BR 116 faz a divisa entre os municípios de Estância Velha e Novo Hamburgo no sentido norte - sul. Já no sentido leste - oeste o limite municipal é representado por vias municipais. O Plano Diretor de Novo Hamburgo (Lei 1.216/2004) classifica toda área limítrofe com Estância Velha como zona de Ocupação Intensiva e Uso Miscigenado.

Em Estância Velha, a divisa leste – oeste é classificada como Corredor de Desenvolvimento, abrigando na sequência usos mistos (residencial e comercial).

Os municípios de São Leopoldo e Novo Hamburgo compartilham cerca de 27 km em linha de divisa municipal. Observando o mapa da Figura 44 a partir do sul, encontra-se o Arroio Palmeira como elemento divisor.

Interface Novo Hamburgo – São Leopoldo



Novo Hamburgo
- Setor Comercial Central
- Setor Miscigenado
- Corredor de Comércio e Serviço
- Corredor de Densificação
- Corredor de Tráfego
- Corredor Cultural
- Centro Histórico de Hamburgo Velho
- Rotermund
- Setor Central de Lomba Grande
- Zona de Atividade Primária
- Wallahai
- Passo dos Corvos
- Passo do Peão
- Zona Industrial
- Área de Preservação Ambiental

São Leopoldo
- Setor de Estruturação
- Setor de Ocupação
- Setor de Produção
- Setor de Qualificação
- Dique
- Area Interesse Ambiental Institucional
- Área Interesse Ambiental
- Área Interesse Social
- Setor de Conserv. Amb.
- Setor de Recup. Amb.Leste
- Rural

Figura 44 - Interface Novo Hamburgo – São Leopoldo
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

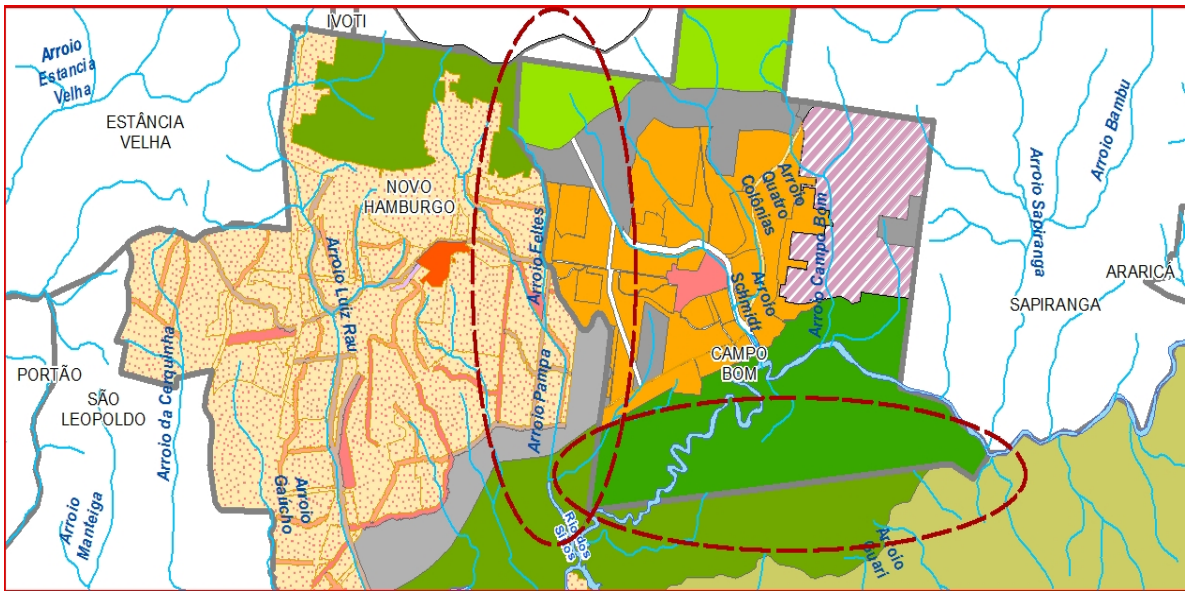
Este arroio, por sua vez, junta-se ao Rio dos Sinos, que passa a ser o elemento divisor entre Novo Hamburgo e São Leopoldo. Mais a norte dos municípios, predominam elementos antrópicos na divisa municipal. Ao analisar-se o zoneamento nos dois municípios, é possível afirmar que há compatibilidade de usos.

Em Novo Hamburgo há uma Zona de Produção Primária, enquanto em São Leopoldo há Zona Rural. Na sequência, a área do Rio dos Sinos é considerada de conservação ambiental nos dois municípios.

Por fim, a zona limítrofe que sucede o Rio é caracterizada por usos urbanos tanto em São Leopoldo como em Novo Hamburgo.

Entre os municípios de Novo Hamburgo e Campo Bom há compatibilidade de usos do solo, conforme pode ser verificado na Figura 43. A área limítrofe leste-oeste caracteriza-se como Área de Preservação Ambiental em Novo Hamburgo, e Área de Preservação Permanente em Campo Bom.

Interface Novo Hamburgo – Campo Bom



Novo Hamburgo

- Setor Comercial Central
- Setor Miscigenado
- Corredor de Comércio e Serviço
- Corredor de Densificação
- Corredor de Tráfego
- Corredor Cultural
- Centro Histórico de Hamburgo Velho
- Rotermund
- Setor Central de Lomba Grande
- Zona de Atividade Primária
- Wallahai
- Passo dos Corvos
- Passo do Peão
- Zona Industrial
- Área de Preservação Ambiental

Campo Bom

- Zona Residencial
- Zona Mista
- Zona Comercial
- Zona de Expansão Urbana Leste
- Zona Industrial
- Zona de Preservação Ambiental
- Área de Preservação Permanente

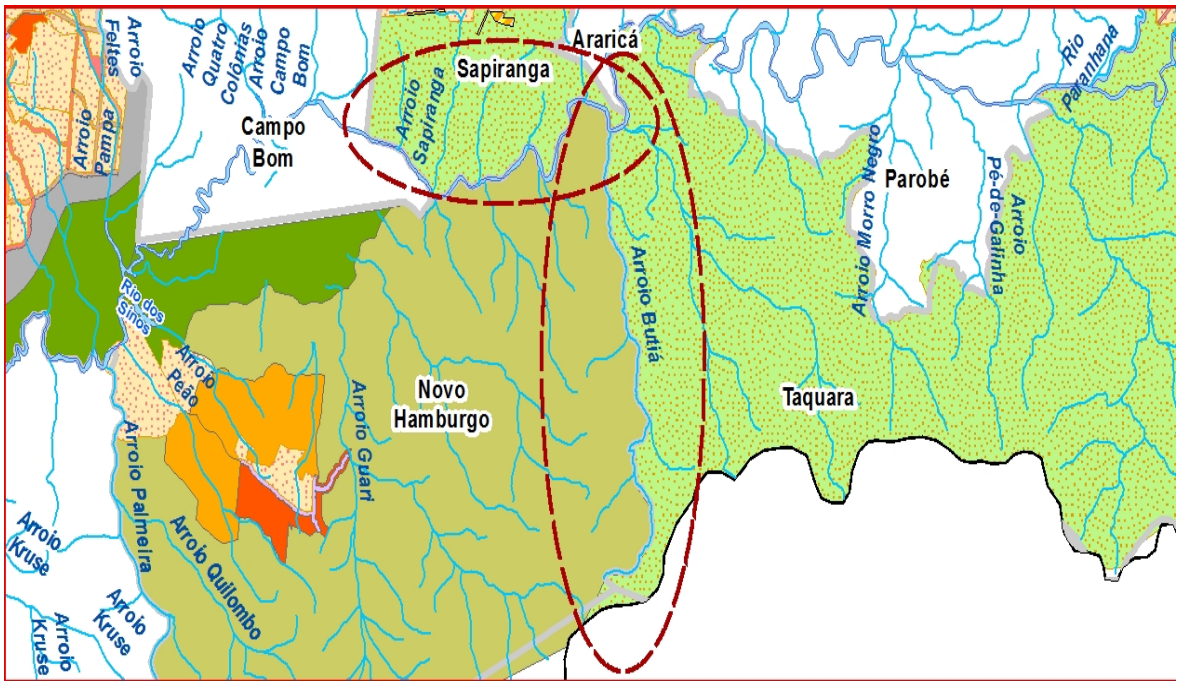
Figura 45 - Interface Novo Hamburgo – Campo Bom
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Na área limítrofe sentido norte–sul, observa-se Zona Industrial em Novo Hamburgo e Zona Residencial em Campo Bom. Novo Hamburgo ainda apresenta Zona Miscigenada (permite diversos usos do solo).

O limite norte dos municípios caracteriza-se por Área de Preservação Permanente em Novo Hamburgo e Zona de Preservação Ambiental em Campo Bom.

Conforme apresentado na Figura 46, a área rural de Novo Hamburgo, classificada como Zona de Atividade Primária apresenta limite com a Zona Rural de Sapiranga através do Rio dos Sinos e com a Zona Rural de Taquara pelo Arroio Butiá.

Interface Novo Hamburgo - Taquara e Novo Hamburgo - Sapiranga



Novo Hamburgo
- Setor Comercial Central
- Setor Miscigenado
- Corredor de Comércio e Serviço
- Corredor de Densificação
- Corredor de Tráfego
- Corredor Cultural
- Centro Histórico de Hamburgo Velho
- Rotermund
- Setor Central de Lomba Grande
- Zona de Atividade Primária
- Wallahai
- Passo dos Corvos
- Passo do Peão
- Zona Industrial
- Área de Preservação Ambiental

Taquara
- Zona Residencial
- Zona Mista
- Corredor de Comércio e Serviços
- Corredor Turístico
- Zona Tecnopolo
- Corredor de Produção
- Zona Industrial
- Zona Rural

Sapiranga
- Zona Mista
- Zona Comercial Central
- Zona Comercial Estrutural
- Zona Industrial
- Gleba Urb Vazia
- Praças
- ZEIS
- Zona Rural

Figura 46 - Interface Novo Hamburgo – Taquara
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

O Rio do Sinos apresenta-se como limite entre Campo Bom e Sapiranga na extremidade sul da divisa, conforme apresentado na Figura 47.

Nesta área, Campo Bom apresenta Área de Preservação Permanente, enquanto Sapiranga apresenta Zona Rural.

Na sequência a divisa apresenta usos urbanos em ambos os municípios, sendo Zona de Expansão Urbana em Campo Bom, e Zona Mista em Sapiranga.

O limite norte (cerca de 3,5 km) é caracterizado como Zona Rural em Sapiranga e Zona de Preservação Ambiental em Campo Bom.

Interface Campo Bom - Sapiranga

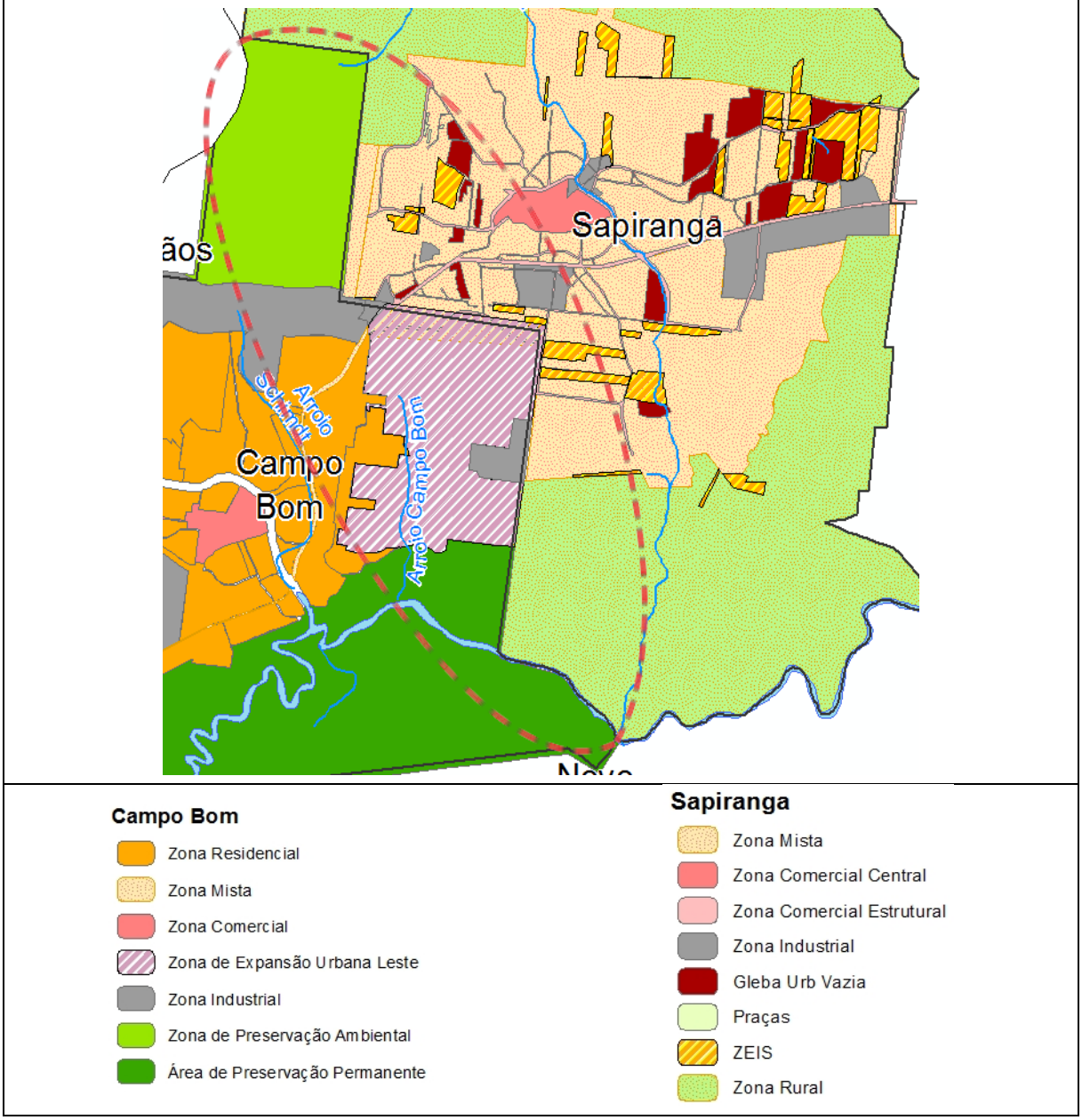


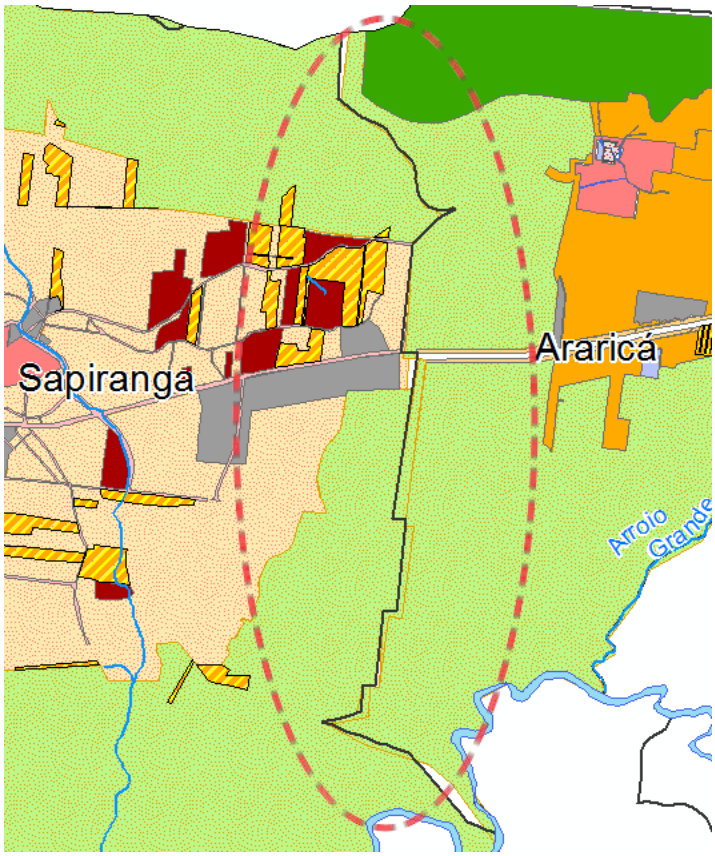
Figura 47 - Interface Campo Bom - Sapiranga
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

A divisa entre Sapiranga e Araricá, apresentada na Figura 48 é caracterizada por Uso rural do solo em quase toda sua extensão.

São aproximadamente 7 km de zona rural no sentido sul – norte, até iniciar em Sapiranga uma Zona Mista (usos residencial e comercial).

O limite norte também é caracterizado como Zona Rural em ambos os municípios (faixa de aproximadamente 3,5 km de extensão). Não se observa usos do solo conflitantes entre estes municípios.

Interface Sapiranga - Araricá



Sapiranga

- Zona Mista
- Zona Comercial Central
- Zona Comercial Estrutural
- Zona Industrial
- Gleba Urb Vazia
- Praças
- ZEIS
- Zona Rural

Araricá

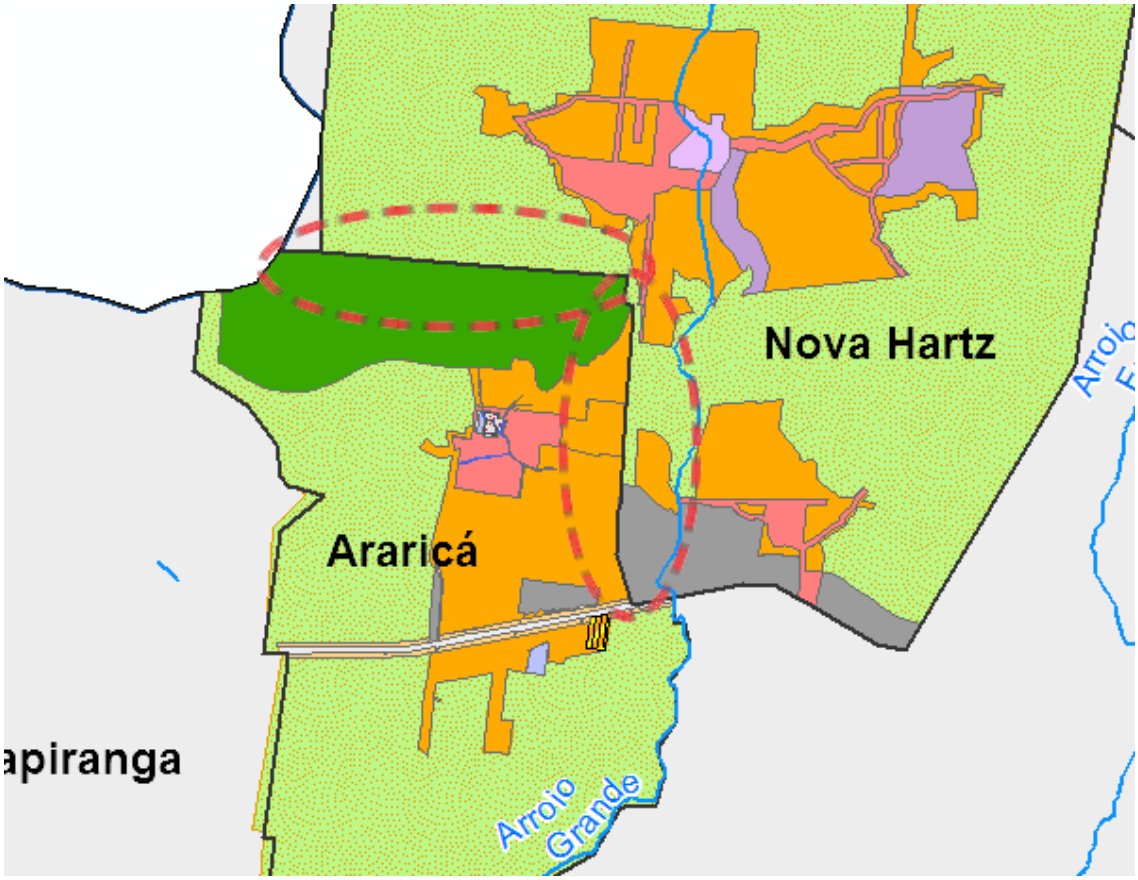
- Area de Proteção Ambiental
- Areas Institucionais
- Arroios Especiais
- Direito de Preempsão
- Zona Comercial
- Zona Especial de Interesse Social
- Zona Industrial
- Zona Residencial
- Zona Rural
- Zona de Interesse Estratégico

Figura 48 - Interface Sapiranga - Araricá
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

São aproximadamente 7,5 km de divisa entre Araricá e Nova Hartz, conforme Figura 49. Na parte sul observa-se Zona Industrial (extensão aproximada de 1,3 km) em Nova Hartz e Zona Residencial em Araricá.

O restante da divisa em Nova Hartz apresenta-se como Zona Rural, ao passo que em Araricá, observa-se Área de Proteção Ambiental ao longo de aproximadamente 3,8 km.

Interface Araricá – Nova Hartz



Araricá
- Area de Proteção Ambiental
- Areas Institucionais
- Arroios Especiais
- Direito de Preempsão
- Zona Comercial
- Zona Especial de Interesse Social
- Zona Industrial
- Zona Residencial
- Zona Rural
- Zona de Interesse Estratégico

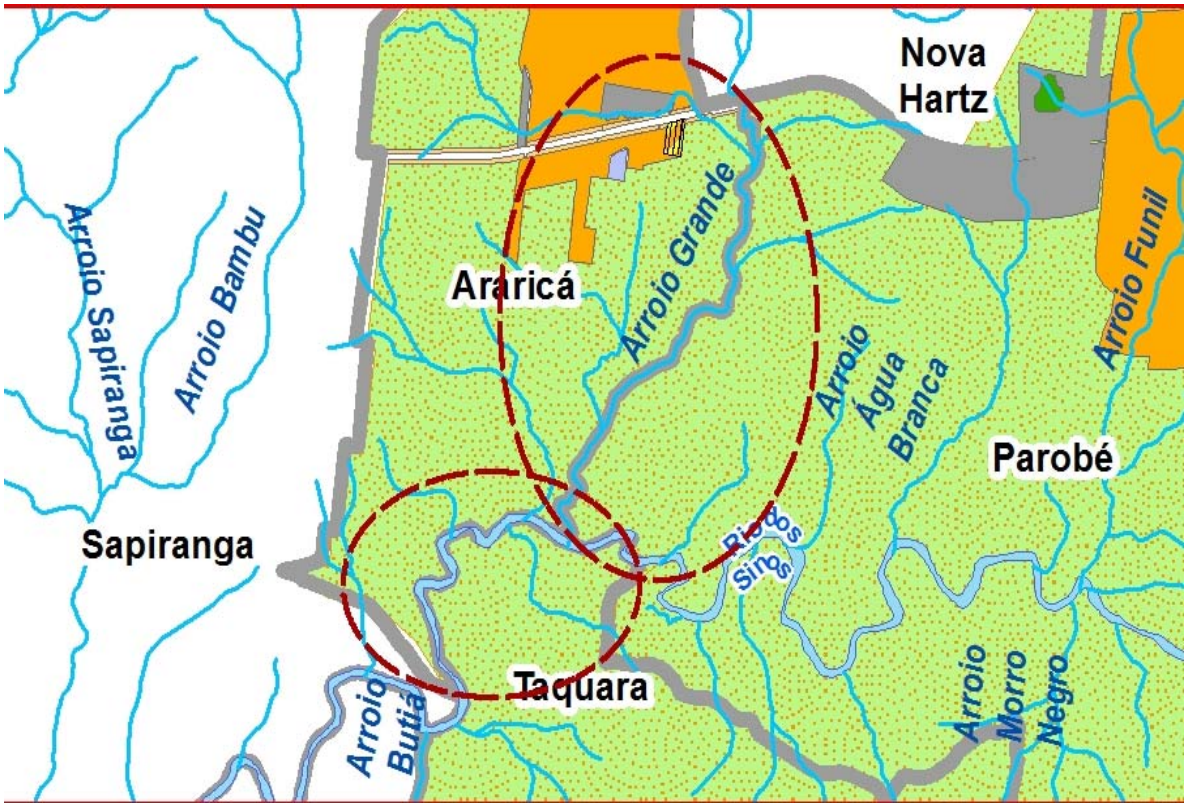
Nova Hartz
- Macrozona Rural
- Zona Especial de Desenvolvimento
- Zona Industrial
- Zona Mista Prioritariamente Comercial
- Zona Mista Prioritariamente Residencial
- Zona de Preservação das Visuais da Paisagem Natural

Figura 49 - Interface Araricá – Nova Hartz
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

A Figura 50 apresenta os limites de Araricá que ocorrem exclusivamente na Zona Rural dos municípios envolvidos.

As divisas de Araricá com Taquara ocorrem através do Rio dos Sinos e com Parobé, através do Arroio Grande.

Interfaces Araricá - Parobé e Araricá - Taquara



Araricá
- Area de Proteção Ambiental
- Areas Institucionais
- Arroios Especiais
- Direito de Preempsão
- Zona Comercial
- Zona Especial de Interesse Social
- Zona Industrial
- Zona Residencial
- Zona Rural
- Zona de Interesse Estratégico

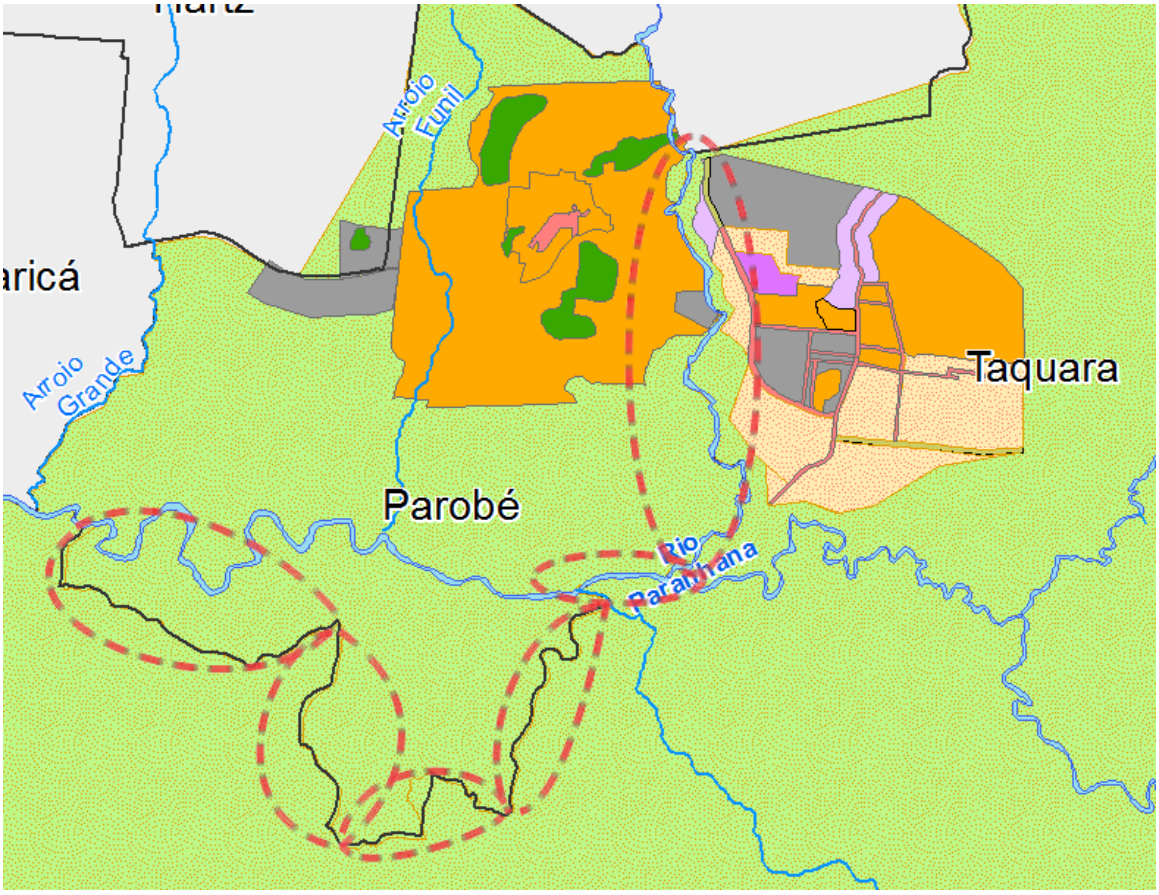
Taquara
- Zona Residencial
- Zona Mista
- Corredor de Comércio e Serviços
- Corredor Turístico
- Zona Tecnopolo
- Corredor de Produção
- Zona Industrial
- Zona Rural

Parobé
- Zona Rural
- Zona Industrial
- Zona de Proteção Ambiental
- Zona Comercial
- Zona Residencial

Figura 50 - Interface Araricá - Parobé e Araricá - Taquara
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Os municípios de Taquara e Parobé, apresentados na Figura 51, compartilham extensa divisa, sendo majoritariamente de uso rural em ambos os municípios.

Interface Taquara - Parobé



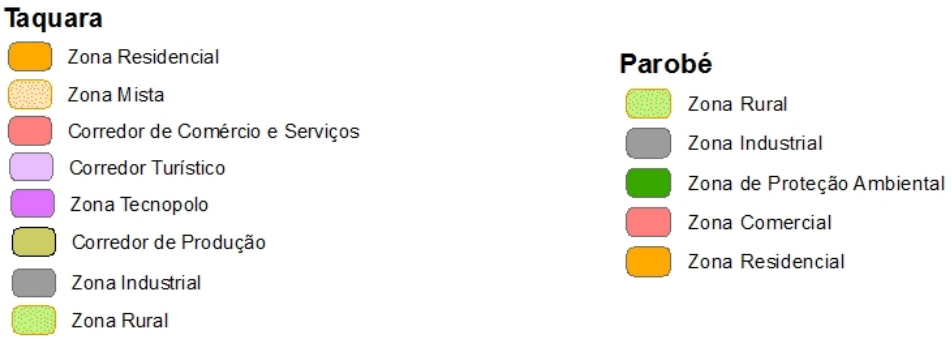


Figura 51 - Interface Taquara - Parobé
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

O Rio Paranhana configura o limite entre estes municípios no sentido norte – sul em uma extensão aproximada de 11 km.

Em Parobé existe uma faixa ao longo do rio denominada Zona de Proteção Ambiental, mas que por questões de escala não aparecem no mapa acima.

Pode-se observar, no entanto, usos urbanos do solo, mais especificamente Zona Residencial 2, caracterizada conforme o Plano Diretor (Lei nº 1840/2001) por “condições físicas favoráveis à ocupação, com disponibilidade de infraestrutura urbana, permitindo uma alta densidade populacional integrada às atividades de comércio e serviços”.

Em Taquara a margem do rio é caracterizada como Zona Rural.

Taquara e Igrejinha apresentam cerca de 22 km de divisa, apresentada na Figura 52, alternando elementos naturais e antrópicos como limites.

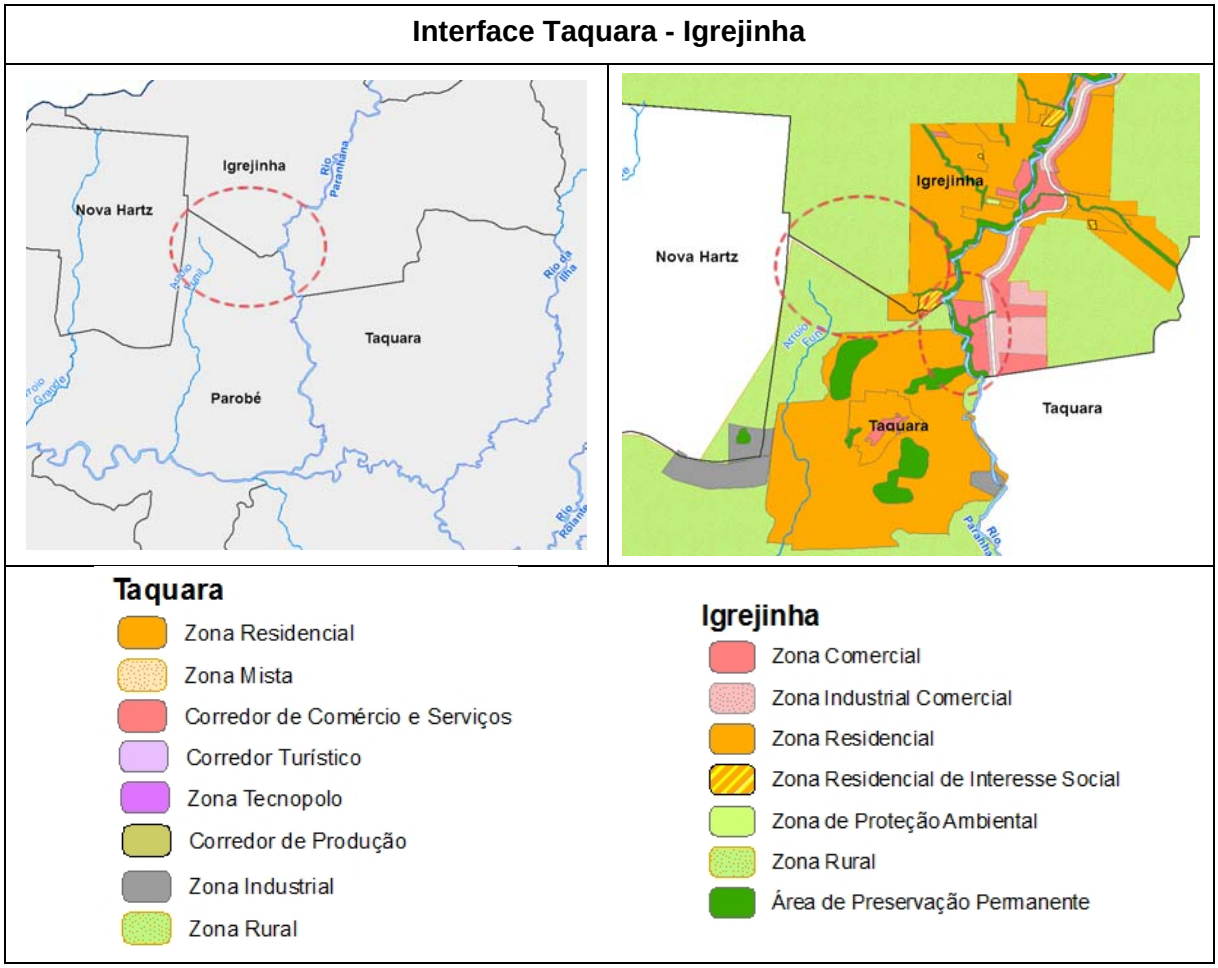


Figura 52 - Interface Taquara - Igrejinha
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Apenas na parte sul do limite de Igrejinha com Taquara observa-se usos urbanos do solo, mais especificamente Zona Industrial Comercial e Zona Comercial. Todo o restante da divisa entre os municípios é caracterizado como Zona Rural nos dois municípios.

Vale ressaltar que o Arroio Três Irmãos caracteriza o limite entre estes municípios por aproximadamente 3 km, em sentido norte – sul. Este arroio é afluente do Rio da Ilha, que também se apresenta como divisa entre os municípios, por uma extensão aproximada de 2 km.

A leitura dos planos diretores destes municípios não permite observar usos do solo conflitantes na faixa de divisa.

3.4 Atual (Cidade de Fato)

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

A região do Alto Sinos, de Caraá até Rolante apresenta áreas de baixa densidade populacional, se comparadas às regiões mais urbanizadas, destacando-se apenas as pequenas propriedades rurais e suas culturas diversificadas.

Na porção do Médio Sinos entre Taquara e Sapiranga, a densidade populacional aumenta, embora essas cidades não estejam localizadas próximas às margens do Rio dos Sinos.

No trecho do Baixo Sinos, de Campo Bom até a foz no delta do Jacuí, a concentração populacional e industrial é bastante grande, destacando-se nessas áreas o aspecto de que a drenagem pluvial e de esgotos dos centros urbanos é feita em grande parte pelos arroios e rios formadores do Sinos.

No mapa da mancha urbana (Figura 28) de 2009 (rosa claro) fica evidente o crescimento das porções de território que constituem as sub-bacias do Médio e Baixo Sinos principalmente nos municípios de Portão, Sapiranga, Parobé, Canoas, Esteio, Sapucaia do Sul, São Leopoldo e Novo Hamburgo, sendo que nos últimos cinco municípios observa-se o que se chama de “Conurbação Urbana”.

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 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.

Ao avaliar-se a população atual dos municípios que são objeto do presente estudo, observa-se que os municípios com maior população, em termos absolutos, são Canoas, com 323.827 hab., Novo Hamburgo (238.940) e São Leopoldo (214.087) e Sapucaia do Sul (130.957).

Estima-se que a população de Canoas que de fato ocorre na área da bacia do Rio dos Sinos é de aproximadamente 161 mil hab. Novo Hamburgo e São Leopoldo assumem a posição de centralidade urbana na Bacia do Rio dos Sinos. A influência geopolítica desses municípios na Bacia é notória.

Observa-se, por exemplo, que muitas organizações relacionadas com a bacia, são sediadas em Novo Hamburgo ou São Leopoldo.

A Figura 53 apresenta a população total de cada município no ano 2010, conforme o último censo demográfico, independentemente de sua ocorrência dentro dos limites da bacia do Rio dos Sinos.

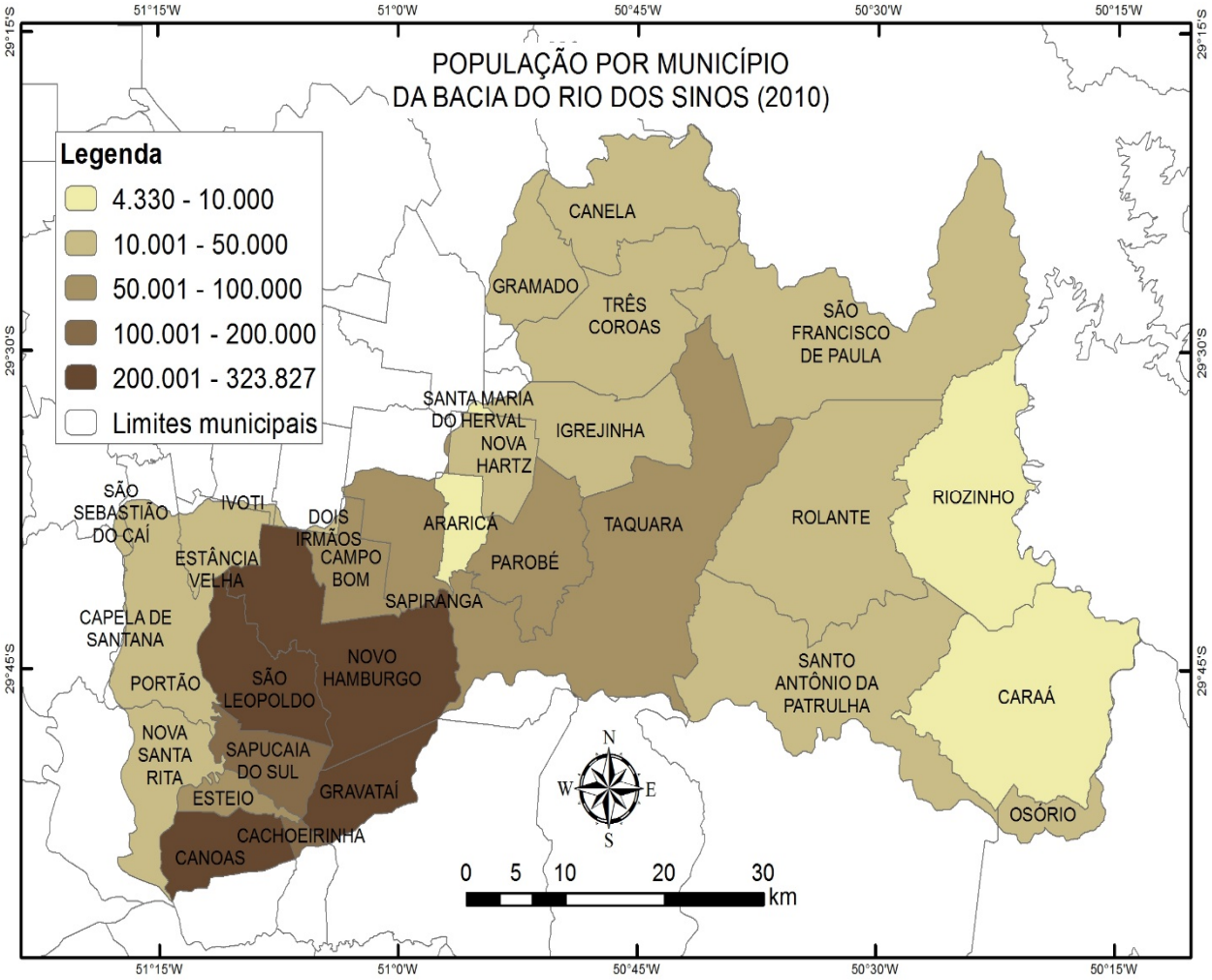


Figura 53 - População por município da Bacia
(Fonte: IBGE, PRH-SINOS, 2014)

Outra constatação que se faz sobre a ocupação urbana na área da bacia, a partir dos dados apresentados nos Planos de Bacia e no Censo do IBGE de 2010, é com relação a demografia, que mostra a densidade de hab. por setor censitário.

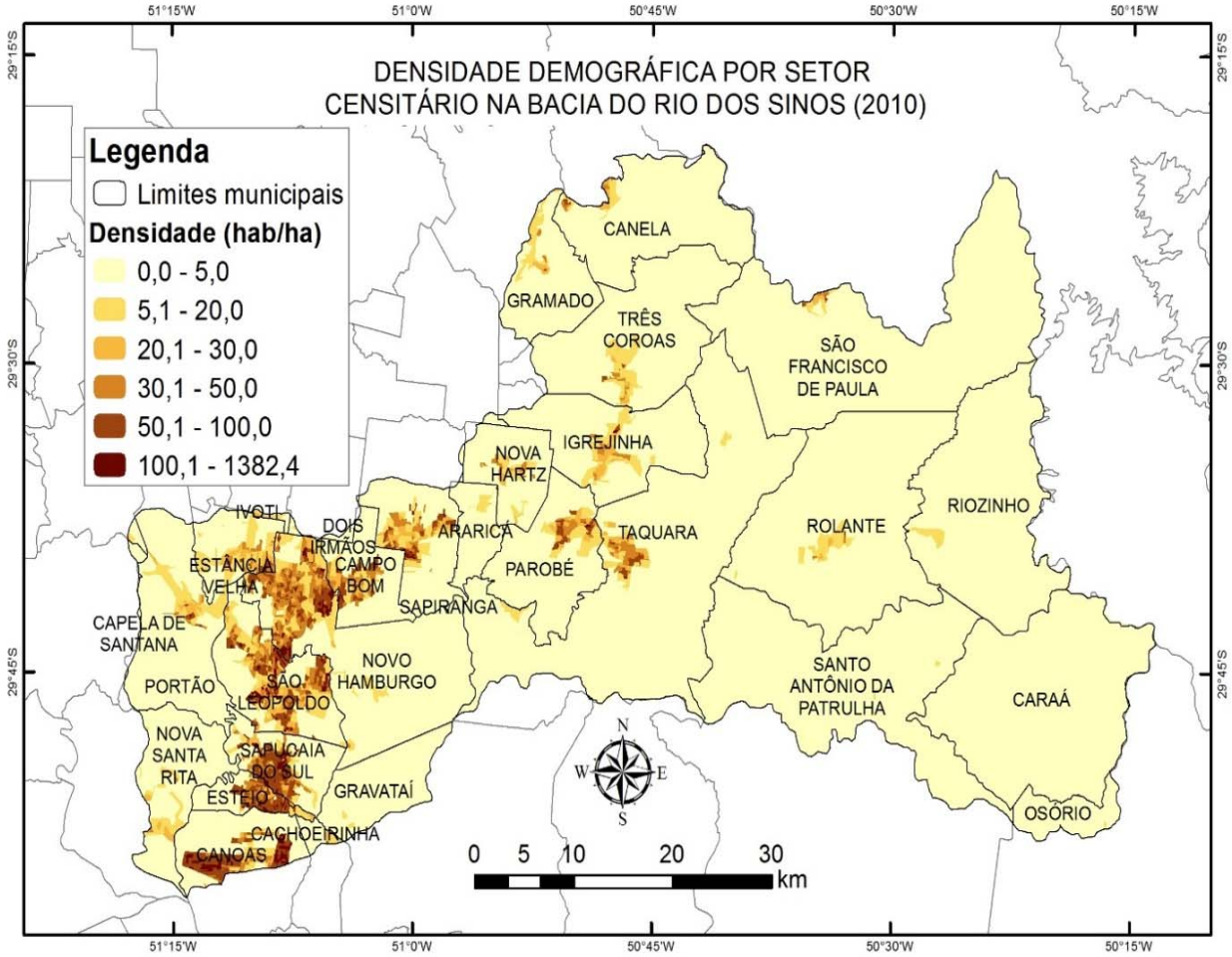


Figura 54 - Densidade populacional por setores censitários na Bacia (Fonte: IBGE, PRH-SINOS, 2014)

3.5 Evolução Urbana, Inundações Ribeirinhas e Sistema de Drenagem

Historicamente é comum municípios surgirem e se desenvolverem às margens de rios e arroios.

Na bacia do Sinos alguns municípios também surgiram nestas condições como é caso de São Leopoldo, onde os primeiros habitantes construíram suas casas próximas ao Rio do Sinos.

Problemas decorrentes deste tipo de ocupação são comuns e se perpetuam como se pode observar no texto abaixo, retirado do Plano Municipal de Saneamento Básico de São Leopoldo:

> *A urbanização em áreas de banhados tem exigido a remoção da cobertura vegetal e o seu aterro. A planície de inundação do Rio dos Sinos se estende a montante e a jusante da cidade de São Leopoldo. A cidade avança em forma de cunha sobre a planície até a margem do rio e ocupa grandes áreas que eram banhados e foram aterradas junto às margens do Rio dos Sinos. (PMSB, 2014:16)*

Não por acaso são recorrentes as notícias de alagamentos e enchentes em municípios da bacia com registro de danos a bens públicos e particulares.

Outra consequência deste tipo de urbanização na bacia é a poluição por efluentes domésticos e industriais dos corpos d'água.

Este problema é apontado em praticamente todos os planos municipais de saneamento básico da bacia.

3.5.1 Desenvolvimento Urbano e Drenagem

Todos planos diretores municipais indicam as áreas previstas para a expansão urbana.

Ao analisar-se as áreas de expansão urbana e as bacias de drenagem urbana, buscou-se verificar a situação do impacto sobre da ocupação futura sobre o sistema de drenagem já implantado na área atualmente urbanizada.

A seguir são apresentadas figuras com mapas representando 4 grupos de municípios na Bacia do Rio dos Sinos, que destacam as zonas de expansão urbana e as bacias de drenagem urbana.

A interpretação de cada mapa é apresentada no texto a seguir.

As principais áreas de expansão dos municípios de Canoas, Esteio e Nova Santa Rita (Figura 55) estão em área de alta vulnerabilidade a inundações por localizarem na área de várzea do Rio dos Sinos e à jusante dos sistemas de drenagem existentes.

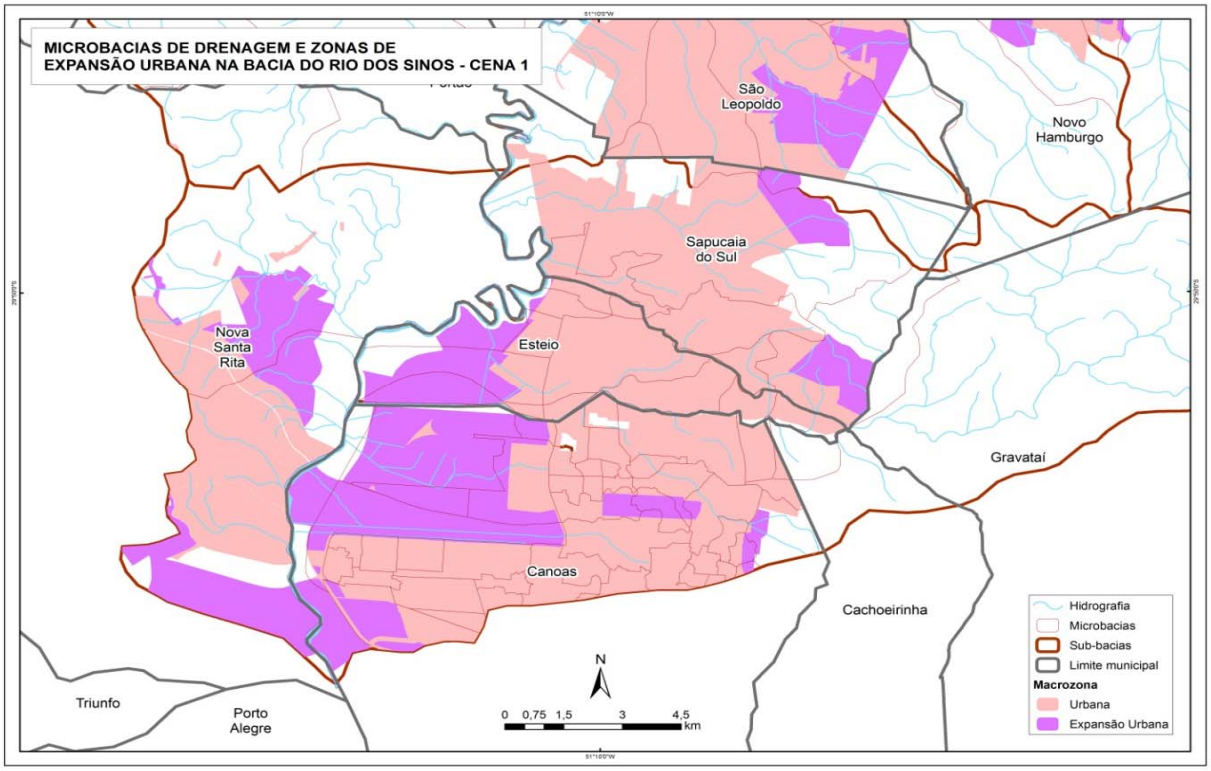


Figura 55 - Expansão Urbana e Drenagem: Canoas, Esteio, Sapucaia do Sul e Nova Sta. Rita (Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Se a implantação dessa área urbanizada for horizontalizada e, dessa forma, requerer sistemas de proteção, irá provocar impactos em áreas a montante no Rio dos Sinos.

Já o município de Sapucaia do Sul apresenta duas áreas de expansão.

A área na porção nordeste encontra-se a montante do atual sistema de drenagem. Dessa forma, as expansões provocarão impacto no próprio município. No caso da expansão urbana na porção sudoeste de Sapucaia do Sul, o município de Esteio é que acabaria sofrendo o impacto.

Conforme observa-se na Figura 56, as duas principais áreas de expansão de São Leopoldo encontram-se a montante de áreas já urbanizadas, causando impacto no próprio município.

Apenas uma área a oeste do município não causaria impactos em áreas urbanizadas.

Já Novo Hamburgo também prevê expansão urbana que ocupa em parte a região de várzea do Rio dos Sinos, mas em situação menos crítica que a dos municípios mais próximos à foz do Sinos, visto que as áreas a montante não possuem ocupação urbana.

Entretanto, as áreas já ocupadas de São Leopoldo, imediatamente a jusante no Rio dos Sinos, devem sofrer impacto com essa ocupação.

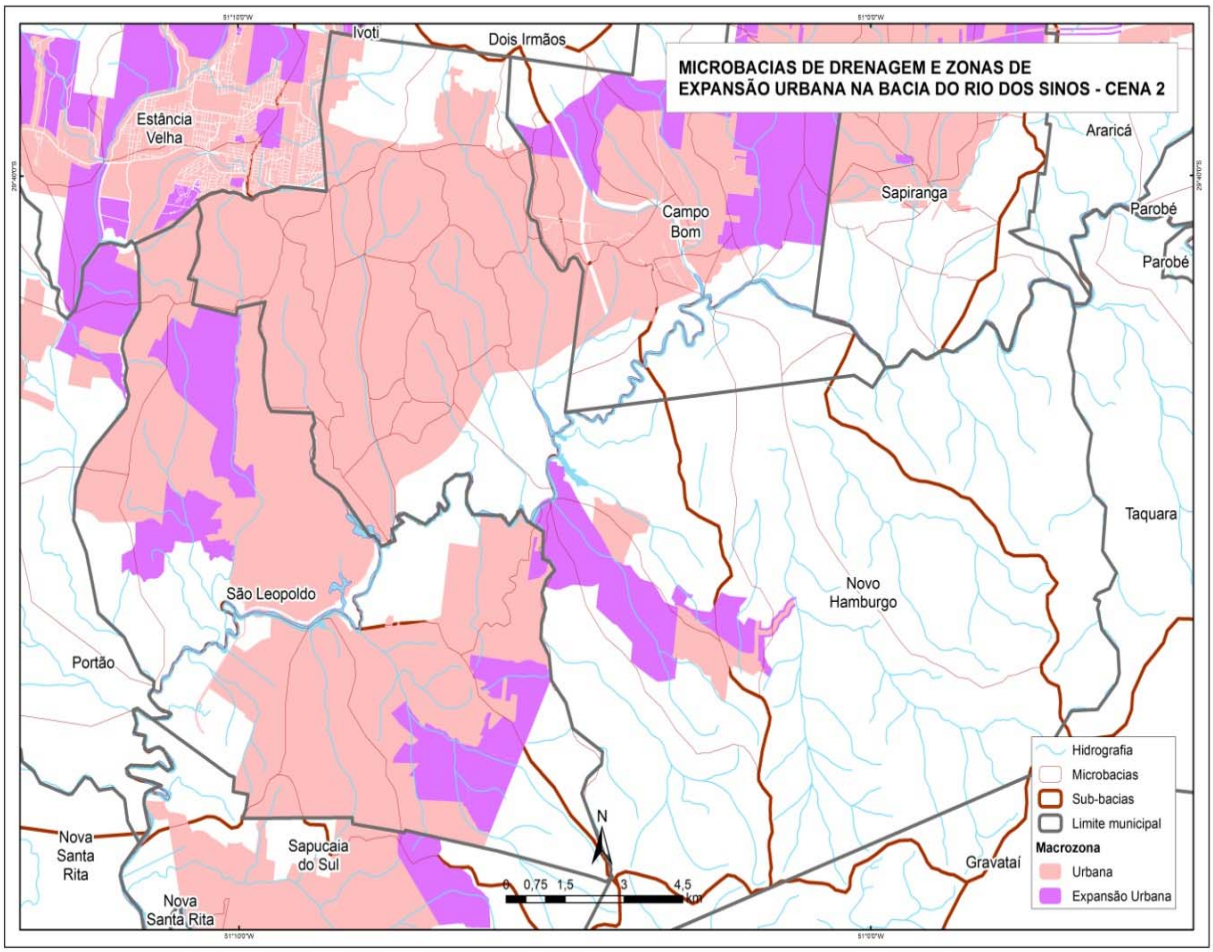


Figura 56 - Expansão Urbana e Drenagem:São Leopoldo e Novo Hamburgo (Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Na Figura 57, observa-se um comportamento semelhante nas ocorrências nos municípios de Portão, Estância Velha e Campo Bom, visto que possuem uma conformação semelhante do sistema de drenagem.

As expansões mais favoráveis ficam em áreas ao sul de Portão e Estância Velha e a leste de Campo Bom, visto que não ocorre ocupação urbana a jusante.

Entretanto, as ocupações ao norte provocarão impacto direto na zona urbana atual.

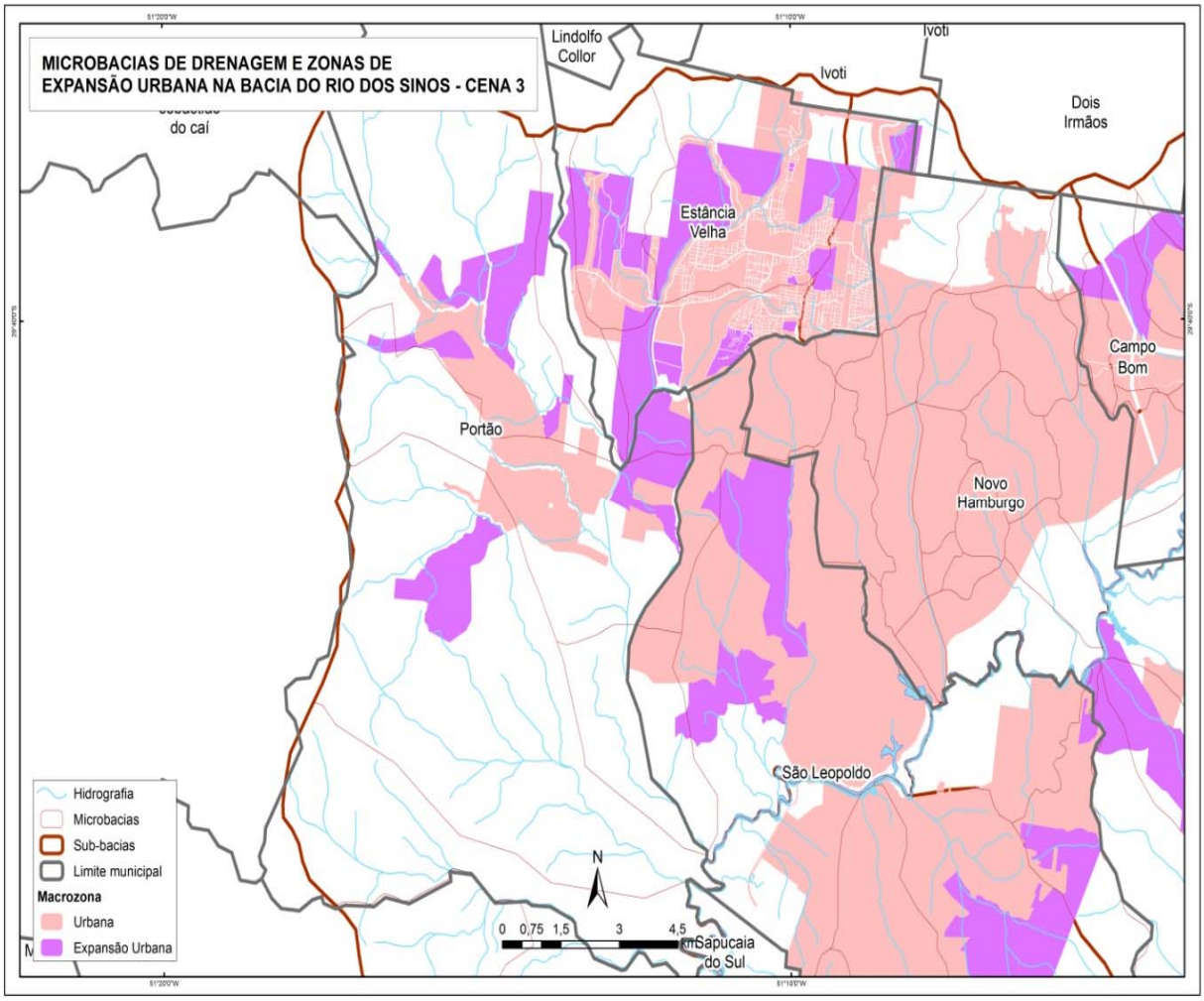


Figura 57 - Expansão Urbana e Drenagem: Portão, Estância Velha e Campo Bom
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Ao avaliar-se a Figura 58, não se verifica impacto significativo da expansão urbana sobre o sistema de drenagem atual nos municípios de Sapiranga, Araricá, Nova Hartz e Parobé.

Já o impacto de Igrejinha e Taquara ocorre diretamente no Rio Paranhana, o que pode agravar problemas já consagrados na região

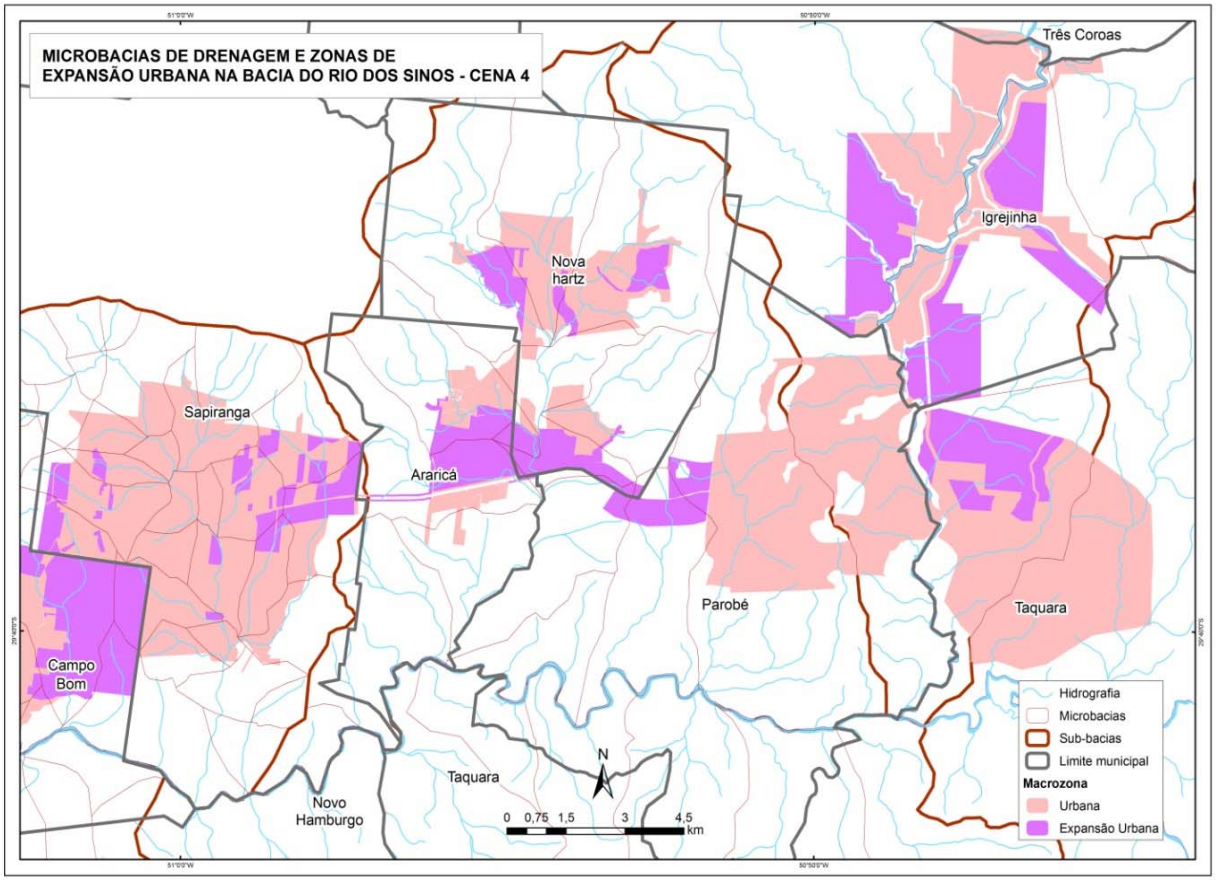


Figura 58 - Expansão Urbana e Drenagem: Sapiranga, Araricá, N.Hartz, Parobé, Taquara (Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

3.5.2 Inundações Naturais e as Áreas Urbanizadas

Nesta seção apresenta-se o cruzamento de dados dos planos municipais de saneamento básico, mais especificamente, os pontos críticos de alagamento de cada município, com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, nomeadamente dados de densidade demográfica (habitante por hectare) e distribuição de renda (salário mínimo por pessoa em domicílio particular permanente).

Cabe ressaltar que as informações do IBGE são de 2010, ano do último censo demográfico.

O primeiro mapa (Figura 59) traz a densidade demográfica na bacia e os pontos críticos de alagamento.

Pode-se observar que a maior ocorrência de alagamentos se dá no Baixo-Sinos, entre os municípios de Novo Hamburgo e Canoas.

Esta área apresenta também as maiores densidades demográficas.

O segundo mapa (Figura 60) apresenta o cruzamento de pontos críticos de alagamento e distribuição de renda em salários mínimos.

Ali pode-se observar a incidência de alagamentos em áreas de menor renda.

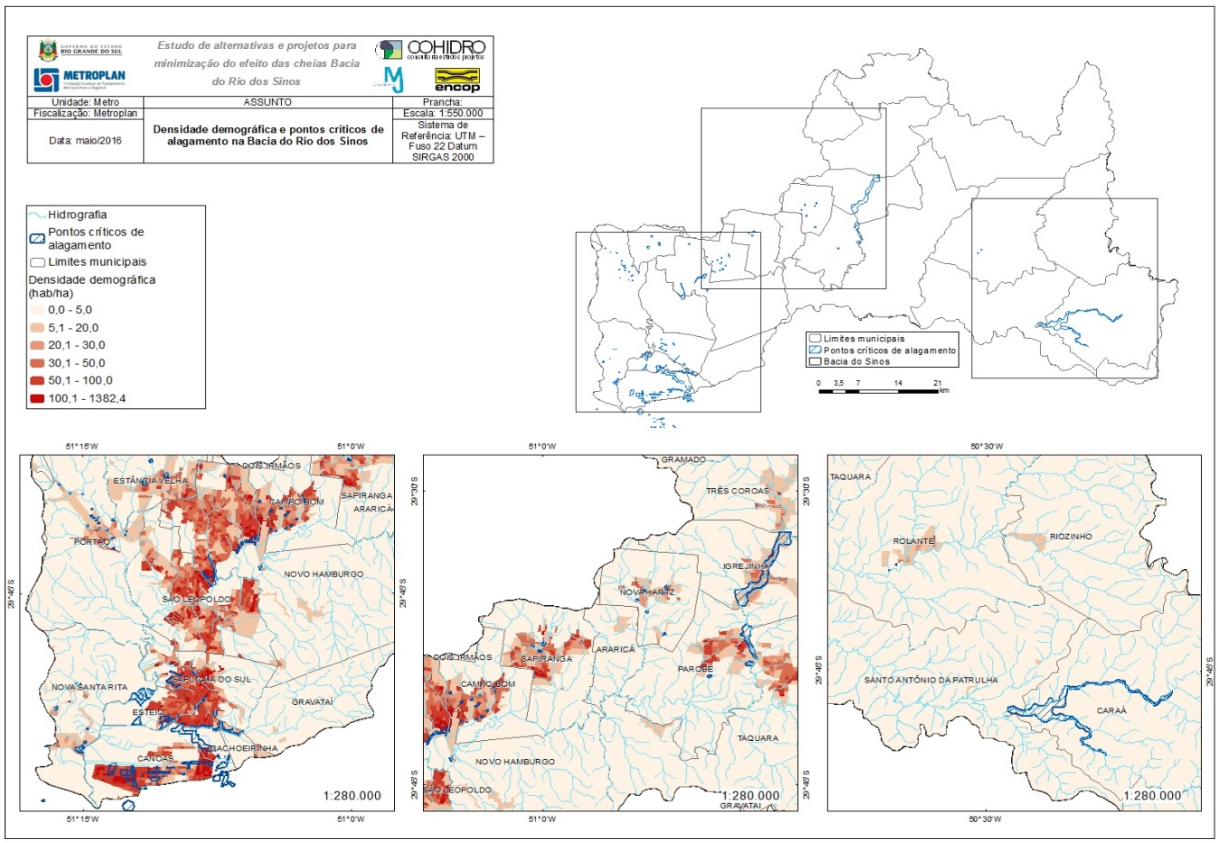


Figura 59 - Densidade demográfica e pontos críticos de alagamento na Bacia
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

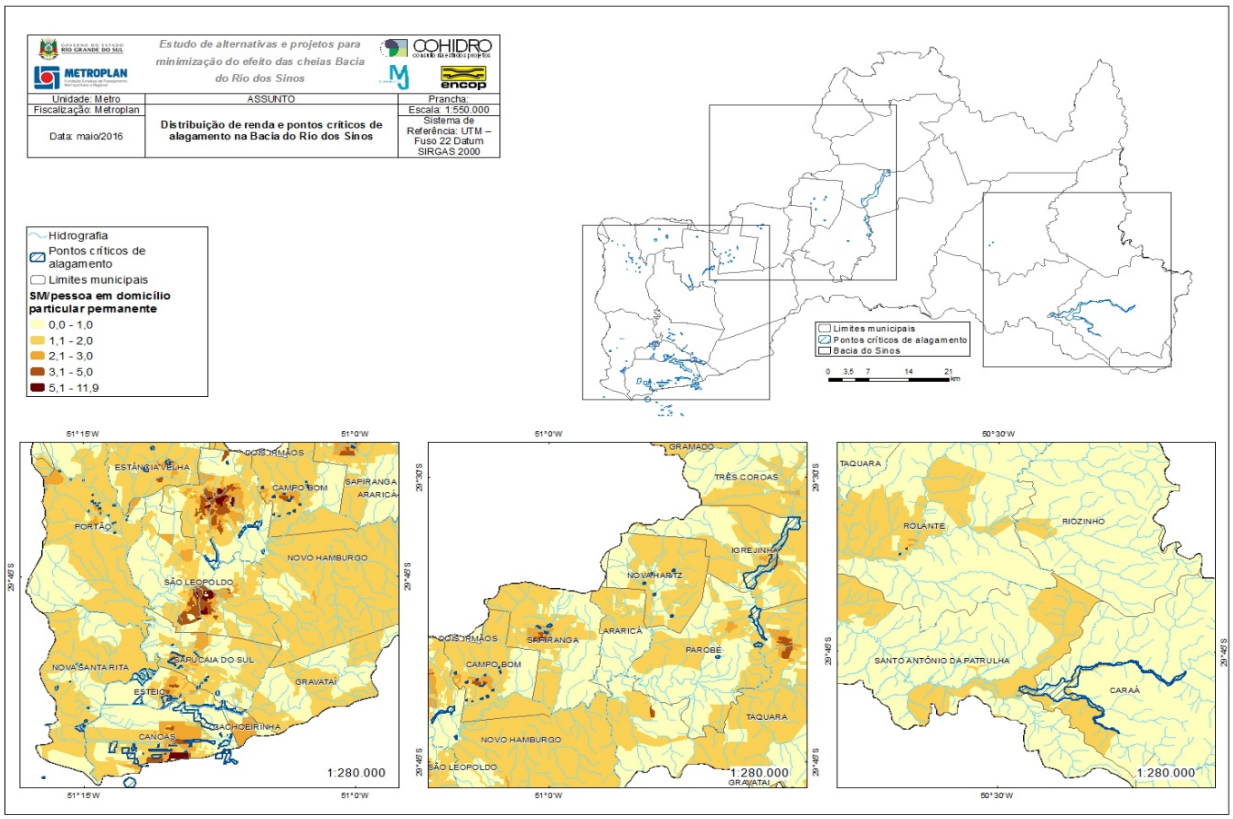


Figura 60 - Distribuição de renda e pontos críticos de alagamento na Bacia
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Em Canoas observa-se ocorrência de alagamentos em três classes de densidade demográfica. Na classe de 0 a 5 hab/ha, de 50,1 a 100 e de 100,1 a 1.382 hab/ha.

A área de menor densidade demográfica refere-se à area industrial do município, já as áreas de maior densidade correspondem a areas residenciais e comerciais.

Quanto à distribuição de renda, observa-se a presença das classes de 0 a 1, 1 a 2 e 2 a 3 salários minimos por pessoa em domicilio particular permanente.

Em Esteio os pontos críticos de alagamento encontram-se ao longo do Arroio Sapucaia.

Nesta regiao encontram-se as maiores densidades demográficas, porém a renda é baixa, predominando a classe de 0 a 1 salário mínimo por pessoa.

Outros pontos de alagamento encontram-se do outro lado da BR 116, em área de baixa densidade. A renda predominante nestas áreas é de 0 a 1 salário mínimo, mas é importante ressaltar que são áreas pouco habitadas.

Em Nova Santa Rita os pontos de alagamento situam-se às margens do Rio dos Sinos, em área com densidade de 5 a 20 hab/ha e renda de 1,1 a 2 salários mínimos.

Em Portão as classes de densidade demográfica e renda afetadas são as mesmas de Nova Santa Rita.

Em Novo Hamburgo, o PMS apontou como ponto crítico de alagamento a área protegida pelo dique da porção jusante do Arroio Luiz Rau, próximo à divisa com São Leopoldo. Nesse local existem densidades demográficas altas, superiores a 50 hab/ha, e a renda é baixa, de 0 a 2 salários mínimos.

O PMS também indicou uma área de alagamento do Arroio Pampa entre a Estrada José Aloísio Daudt e a Avenida dos Municípios, onde as densidades variam de 5 a 100 hab/ha e a renda é baixa, inferior a 1 salário mínimo.

Em Campo Bom há ocorrência de alagamentos em área de densidade superior a 20 hab/ha, sendo que a renda observada nestas áreas é inferior a 1 salário mínimo.

Em Sapiranga alagamentos ocorrem em áreas próximas ao arroio homônimo ao município e seus afluentes. As densidades correspondentes ficam nas classes de 5 a 20 e de 20 a 30 hab/ha. A renda encontrada é de 1 a 2 e 2 a 3 salários mínimos.

Em Igrejinha e Parobé os alagamentos se concentram ao longo do Rio Paranhana. Em ambos os municípios se encontram densidades de 5 a 20 e de 30 a 50 hab/ha.

Quanto à renda, em Parobé a população atingida possui menor renda, predominando a classe de 0 a 1 salário mínimo. E em Igrejinha, além desta classe observa-se também a classe de 1 a 2 salários.

Por fim, em Caraá os alagamentos se situam ao longo do Rio dos Sinos e do Arroio Caraá.

A densidade demográfica é baixa em todas as ocorrências, de 0 a 5 pessoas por hectare. A baixa densidade se deve à prática de atividades rurais neste município.

3.5.3 Vulnerabilidade das Áreas de Ocupação Regular e Irregular

O conceito de aglomerados subnormais foi criado pelo IBGE e consiste em um conjunto de 51 ou mais unidades habitacionais caracterizadas por ausência de título de propriedade e pelo menos uma das características a seguir: irregularidade das vias de circulação e do tamanho e forma dos lotes e/ou; carência de serviços públicos essenciais (como coleta de lixo, rede de esgoto, rede de água, energia elétrica e iluminação pública).

Ao dado de aglomerado subnormal foi adicionado a situação do setor censitário (conforme IBGE) e os pontos críticos de alagamento, conforme os planos municipais de saneamento básico.

Observa-se maior incidência de aglomerados subnormais em Canoas, Novo Hamburgo e São Leopoldo.

O mapa abaixo (Figura 61) apresenta os aglomerados subnormais na área da bacia.

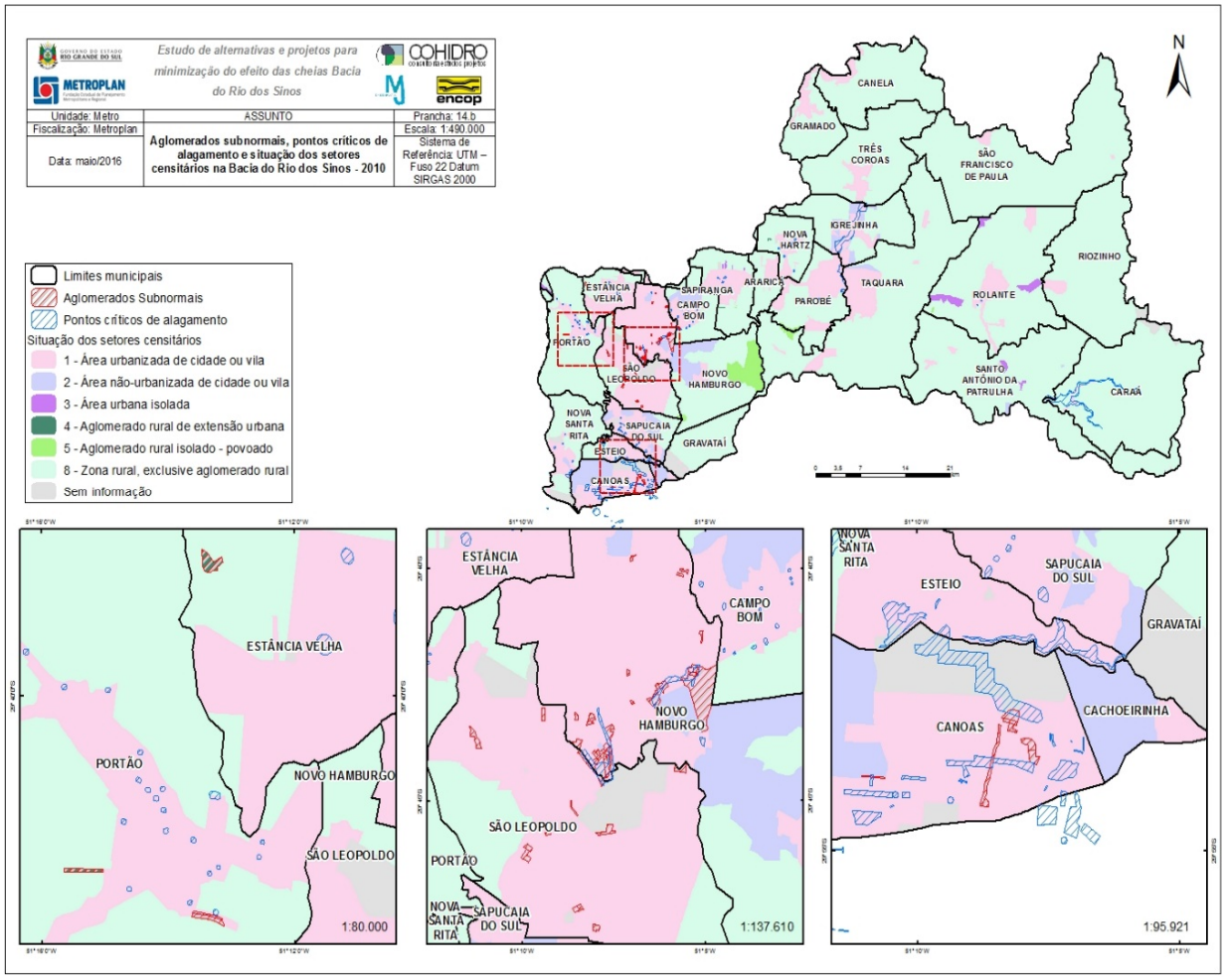


Figura 61 - Áreas de ocupação informal – Detalhe em diversos municípios (Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Note-se que em Canoas e Novo Hamburgo a localização destes aglomerados é marcada pela ocorrência de pontos de alagamento.

A situação de vulnerabilidade caracteriza-se tanto pela falta de infraestrutura urbana e serviços básicos, como pela ocorrência de alagamentos, acarretando em prejuízos materiais às famílias que ocupam estas áreas.

O cruzamento de dados realizados nesta seção do diagnóstico evidencia problemas enfrentados pela população de mais baixa renda em áreas alagáveis nos diversos municípios da bacia.

4 DRENAGEM URBANA E INUNDAÇÕES RIBEIRINHAS

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 *Principio 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 propicia 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 dos Sinos: Concluído em 2014, atualmente é instrumento de planejamento, e define objetivos e metas para os próximos anos. O documento indica ainda os responsáveis pela realização dos planos, especialmente no que tange à *"Proteção e Minimização dos Impactos Negativos das Cheias"*.

Sobre o Plano da Bacia do Rio dos Sinos, cabe destacar ainda que o documento prevê a implementação de importantes ações, que estão elencadas em seus cronogramas pré-estabelecidos, observando a competência dos Poderes Executivos e Legislativos Municipais, da Secretaria Estadual de Meio Ambiente [SEMA], e da Fundação Estadual de Proteção Ambiental [FEPAM, sobre a *"deliberação do zoneamento das áreas inundáveis"*.

O Plano indica ainda que as Secretarias de Estado e os Órgãos Públicos são responsáveis pela ampliação e operação de Sistemas de Alerta Contra Cheias [SPCC] bem como do zoneamento das referidas áreas;

4.2 Avaliação de Planos e Estudos

Nessa seção buscou-se destacar planos e estudos relativamente recentes com alto nível de relacionamento em relação ao presente projeto.

O Plano de Bacia do Rio dos Sinos é o instrumento de planejamento mais relevante em nível de bacia e teve a sua síntese apresentada na seção 2.6 do presente documento. Dessa forma, o texto a seguir contempla apenas a avaliação do Plano em relação à drenagem.

A obra mais significativa que ocorreu no território da bacia do Rio dos Sinos nos últimos anos foi a implantação da Rodovia BR-448, no trecho inicial entre Porto Alegre e Sapucaia do Sul.

No desenvolvimento do projeto dessa rodovia, a questão do impacto na drenagem foi considerada. Dessa forma, apresenta-se os estudos desenvolvidos na época do projeto da rodovia.

Os planos municipais de saneamento básico, além do Plano Regional, constituem-se no momento como os documentos básicos sobre a questão de drenagem nos municípios, considerando-se a carência geral dos planos diretores de drenagem. Dessa forma, a versão disponibilizada desse estudo (Revisão 0) é avaliada também a seguir.

4.2.1 Avaliação do Plano de Bacia do Rio dos Sinos

O Plano de Bacia do Rio dos Sinos concebeu um conjunto de programas, cada um deles contemplando várias ações, a ser implementado em nível de bacia.

Dentre os programas de ações propostos, o Programa de Controle de Cheias é o que mais guarda relação com o presente projeto, pois ambos possuem o mesmo objetivo: minimizar os efeitos das inundações na Bacia do Rio dos Sinos.

As ações propostas neste programa estão relacionadas principalmente às alternativas que devem ser avaliadas no presente projeto no escopo do Produto 12 - Projetos dos Cenários de Intervenção.

As ações de ampliação e operação de sistema de alerta contra cheias, zoneamento de áreas inundáveis e estabelecimento de diretrizes para retenção de águas pluviais são medidas não estruturais que, conforme as Diretrizes Gerais do Termo de Referência deste projeto, devem ser preferenciais para a gestão da drenagem.

Foi possível concluir que, até o momento, modelagens hidrodinâmicas mais detalhadas já foram desenvolvidas tendo por objetivo o conhecimento do regime de escoamento em condições de vazões mínimas (situações críticas para o atendimento das demandas e para a qualidade das águas).

Entretanto, os Programas de Controle de Cheias e de Determinação da Vazão Ecológica, sugerem a execução de modelagens hidrodinâmicas em outras condições.

O estudo sugerido para determinação da vazão ecológica necessita de modelagem hidrodinâmica que represente todo o regime hidrológico natural, visando à identificação de vazões críticas (máximas ou mínimas) para inundação de planícies, exposição de bancos de areia e movimentação do material do leito.

Já, o estudo para controle de cheias envolve a modelagem hidrodinâmica para vazões máximas, possibilitando mapeamento de áreas inundáveis e o estudo de alternativas e projetos para minimização dos efeitos das inundações nas áreas urbanizadas.

Portanto, apesar do presente estudo ter sido originado a partir do Plano Nacional de Gestão de Riscos, ele acaba por atender uma das ações do Programa de Proteção e Minimização dos Impactos Negativos das Cheias do Plano de 2014 que é o Zoneamento de Áreas Inundáveis com a utilização de modelagem hidrodinâmica.

Essa modelagem será desenvolvida no "Produto 11 - Relatório das Simulações Hidráulicas e Mapas de Inundações" do presente projeto.

Cabe destacar que a última versão do Plano (2014) não apresentou de forma detalhada a modelagem hidrodinâmica realizada (escoamento em condições de vazões mínimas) para que possa servir de subsídio à modelagem hidrodinâmica para o estudo de vazões máximas.

É importante que se tenha acesso a informações mais detalhadas das modelagens já realizadas para que sirvam de suporte aos estudos propostos neste trabalho.

Em relação aos dados hidrológicos, pode-se notar que a bacia tem um número satisfatório de estações pluviométricas, no entanto, deixa a desejar em relação às estações fluviométricas, tendo apenas uma estação (Campo Bom) com período de dados satisfatório e sem sofrer influência de remanso do Delta do Jacuí.

Na ação de "Instalação e Operação de Estações Fluviométricas", são sugeridos locais para a instalação de mais quatro postos fluviométricos.

O Programa de Aumento da Disponibilidade Hídrica também sugere uma ação que pode ser avaliada no presente estudo. Trata-se da "Reservação de Pequeno Porte", em que é previsto um volume de espera nos açudes, com vistas a auxiliar no amortecimento das ondas de cheia.

A simulação hidrodinâmica prevista no presente estudo (Produto 11) será capaz de determinar se esta ação terá impactos significantes na atenuação das inundações que ocorrem ao longo da calha do Rio dos Sinos.

Ainda, as propostas das ações de "Elaboração de estudo comparativo de alternativas de intervenções de regularização de vazões e para equilíbrio do balanço" e de "Melhor Manejo das Águas da Transposição" devem ser levadas em consideração na modelagem a ser desenvolvida.

4.2.2 Avaliação Geral dos PMSB

O Plano Municipal de Saneamento Básico [PMSB] é o documento e instrumento, estratégico de planejamento e gestão participativa, referente ao saneamento básico do Município.

Esse documento, foi definido pela Lei nº 11.445/2007, como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais relativo aos processos de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Aprovado, o Plano Municipal de Saneamento Básico, passa a ser referência de desenvolvimento do Município, estabelecendo as diretrizes para o saneamento básico e as metas de cobertura e atendimento dos serviços a ele relativos.

Na avaliação dos PMSB dos municípios que integram a bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, observou-se que cada um deles, de forma independente apresentou um conjunto de planos, estudos e projetos apenas relativos ao município abordado, considerando apenas a disponibilidade de dados de cada município.

Na avaliação geral dos documentos, é notado que muitos dos Planos Diretores de Desenvolvimento dos municípios, sequer fazem referências sobre a drenagem urbana dos mesmos, limitando-se a meras convenções de uso e ocupação do solo, ignorando por vezes as áreas de inundação do Rio dos Sinos e seus afluentes.

O Plano Regional de Saneamento Básico do Rio dos Sinos [PRS-SINOS], concluído posteriormente aos PMSB pela empresa CONCREMAT em 2014, muito pouco agregou às questões da drenagem urbana, limitando-se a compilar dados a partir dos PMSB.

O PRS-SINOS, com relação à drenagem regional na bacia apresenta de forma tabelada os condicionantes naturais e efeitos na drenagem, com informações compiladas dos PMSB. É apresentado ainda, de maneira sucinta em apenas uma página as deficiências no sistema natural de drenagem, tanto nas zonas urbanas como rurais.

De forma geral, conforme detalhado no "Produto 5 - Base de Dados", os PMSB organizaram várias camadas de dados geográficos do município, desde os arruamentos até as vistorias realizadas em campo.

No entanto ao correlacionar a questão da ocupação urbana com as inundações ribeirinhas nas margens dos cursos d'agua e nos centros urbanos, observa-se a falta de dados sobre as bacias de macrodrenagem, sistemas de microdrenagem e resíduos sólidos urbanos na grande maioria dos municípios.

Observa-se nos PMSB de Araricá, Campo Bom, Caraá, Estância Velha, Esteio, Igrejinha, Nova Hartz, Nova Santa Rita, Novo Hamburgo, Portão, Riozinho, Rolante, São Leopoldo, Sapiranga, Sapucaia do Sul e Três Coroas, elaborados pela empresa CONCREMAT, que embora o escopo inicial do documento seja praticamente idêntico, o nível de detalhamento muda de um documento para outro.

Ocorrem informações contraditórias e muitas vezes com referenciais distintos, como, por exemplo, em um PMSB as redes são identificadas com DN em centímetros, em outro em milímetros, em outros ainda não há referencial de unidades.

Tais informações não consolidadas, dentro de um mesmo documento, induz a erros por parte de profissionais que venham a usar tais dados como referência em seus estudos e projetos.

Os PMSB de maneira geral, detém poucas informações do território da bacia do Rio dos Sinos, o que se comprova na composição dos arquivos, pois na grande maioria os planos apresentados em documentos longos com mais de 250 páginas, tem em seu cerne, apenas 50 a 80 páginas de dados pertinentes ao munícipio, o que segue são informações adicionais e repetidas de um documento para outro, com anexos, mapas, leis, outros documentos, propostas e listas de materiais.

Os Planos Municipais de Saneamento se destacam dos demais, são os de Parobé, também elaborado pela CONCREMAT, e o de São Sebastião do Caí, elaborado pela MJ Engenharia, esse segundo, cabe frisar aqui não é objeto desse estudo.

Ambos os documentos são distintos entre si, com itemização de assuntos e abordagens diferentes de todos os outros PMSB dos municípios da Bacia do Rio dos Sinos.

Os PMSB, quando apresentam os sistemas de drenagem existentes, seja micro ou macro, não fazem referências as devidas hierarquizações de galerias, ou mesmo uma divisão por sub-bacia e ramificação de coletores.

A grande maioria dos municípios não dispõe de Plano de Drenagem Urbana, exceto o município de Esteio.

De maneira geral, em todos os municípios a ocupação urbana sem o devido planejamento em termos de redes de micro e macrodrenagem na região de entorno dos cursos d'agua, potencializa os problemas de acumulo de água pluviais.

Outro destaque que se pode fazer, é com relação ao município de São Leopoldo, que diferentemente de outros municípios, tem sua gestão dos serviços de microdrenagem e esgotos por um órgão com atribuições especificas.

Essa tratativa do poder público com relação a drenagem urbana, é exceção quando comparado com a gestão de outros municípios na bacia, onde o órgão gerencial da drenagem tem várias outras competências a serem atendidas.

A responsabilidade pelas questões que envolvem a gestão municipal, é sabido que são organizadas na esfera do Poder Executivo dos municípios, principalmente a nível de secretarias.

O Produto 5 – Base de Dados do EAP-SINOS, bem detalha a estrutura da gestão da drenagem pelos municípios, apresentando em forma de tabela, as secretarias de administração, planejamento e gestão por município.

Na avaliação desses dados, observa-se que ocorre a dispersão das responsabilidades pelas questões de drenagem nas mais variadas secretarias, sendo raro o município em que a questão da drenagem esteja sob a coordenação de uma secretaria especifica.

Na seção 4.6 desse diagnóstico, as questões relacionadas à gestão da drenagem urbana e o manejo das águas pluviais pelos municípios, são melhor detalhadas.

Assim, são apresentadas cada uma das secretarias responsáveis pela drenagem urbana, bem como analisadas as questões do planejamento, fiscalização e operação do manejo das águas pluviais.

A seção apresentará ainda os mecanismos e instrumentos disponíveis utilizados no processo de gestão da drenagem na Bacia do Rio dos Sinos.

4.2.3 Avaliação dos Estudos Hidrológicos do Projeto da Rodovia BR-448

Os trabalhos dos estudos hidrológicos referentes ao projeto da Rodovia BR-448 foram realizados pelo consórcio consultor Ecoplan/Magna.

Esses estudos tinham como finalidade principal a avaliação das precipitações e intensidades máximas de chuva, de forma a fornecer subsídios para a definição da vazão máxima, a qual possibilitará a determinação da seção de vazão de obras hidráulicas necessárias à transposição dos cursos de água e dos dispositivos condutores de águas superficiais.

Além disso, esse estudo contou com a determinação das cotas do greide da rodovia, tendo em vista que esta também poderia operar como um dique de proteção de cheias.

Dessa forma, houve necessidade de se efetuar uma análise hidrológica dos efeitos da inserção da BR-448 sobre as enchentes do Rio dos Sinos.

A análise compreendeu as etapas descritas a seguir.

- Análise do período de retorno de enchentes e condições de inundação

A área de interesse desse estudo se refere à bacia do Rio dos Sinos, correspondendo ao trecho inferior do Rio.

O estudo indica uma área total da bacia do Rio dos Sinos igual a 3.700 km² que desemboca no Delta do Jacuí, fazendo parte da bacia do Rio Jacuí com área total de 83.890 km².

Este trabalho indica um segundo estudo, realizado pela empresa AGRAR-UND HYDROTECHNIK GMBH em 1969 que indica que a baixada fluvial do Rio dos Sinos situa-se na área de refluxo do Lago Guaíba, cujos níveis são decisivos para o comportamento no curso inferior do Rio dos Sinos. Dessa forma, os níveis do Lago Guaíba devem ser considerados para avaliação do nível d'água no Rio dos Sinos.

Para avaliar o efeito da inserção da BR-448 sobre as inundações na Bacia do Rio dos Sinos, foi selecionado um conjunto de estações fluviométricas para efetuar a análise estatística dos níveis d'água no Lago Guaíba e no Rio dos Sinos. Para a análise estatística dos níveis d'água no lago Guaíba foi construída uma série histórica de 1899 a 2007 a partir de dados de diversas estações.

O Quadro 24 mostra estações selecionadas com extensas séries de dados.

Quadro 24 - Estações Fluviométricas selecionadas

Código	Nome	Município	Curso d'água	Responsável/ Operador	Latitude	Longitude	Período
87450003	Praça da Harmonia	Porto Alegre	Lago Guaíba	DNIT	-30º02'00"	-51º14'00"	1942-2007
87388000	Passo dos Sinos	Canoas	Rio dos Sinos	DEPREC	-29º54'00"	-51º15'00"	1956-1982
87385000	Siderúrgica Riograndense	Sapucaia	Rio dos Sinos	ANA/CPRM	-29º49'00"	-51º11'00"	1969-2006
87382000	São Leopoldo	São Leopoldo	Rio dos Sinos	ANA/CPRM	-29º45'29"	-51º09'04"	1974-2006
87380000	Campo Bom	Campo Bom	Rio dos Sinos	ANA/CPRM	-29º41'30"	-51º02'42"	1939-2006

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Para a análise do período de retorno de enchentes foram apresentados estudos estatísticos de níveis no Lago Guaíba realizados por outras empresas. Os estudos e seus resultados são descritos a seguir.

- Ajuste da distribuição Gumbel aos valores de cotas máximas anuais no Lago Guaíba realizado pela ENGEVIX S.A. e pela O.T.I em 1967. Este estudo apresentava o tempo de retorno de 370 anos para a recorrência do evento de cheia ocorrido em 1941.
- Atualização da série de dados até o ano de 1995 e ajuste de nova curva de probabilidade de níveis por ajuste da distribuição Log-Pearson III aos valores de cotas máximas anuais realizada por Germano e Meneses.

  O período de retorno da enchente de 1941 foi estimado em 610 anos.
- Estimativas de períodos de retorno dos níveis d'água na Praça da Harmonia realizadas pela empresa AGRAR-UND HYDROTECHNIK GMBH.

O estudo hidrológico da BR-448 atualizou a série de dados até o ano de 2007 através da determinação dos valores máximos anuais da série histórica de 1899 a 2007 e gerou uma nova curva de probabilidades de níveis utilizando a distribuição de Gumbel.

Para esta série, com 109 anos de dados, o período de retorno da enchente de 1941 foi estimado em 1000 anos.

A partir das análises estatísticas realizadas, foram determinadas as linhas d'água no Rio dos Sinos.

A seguir são apresentados os estudos anteriores realizados para determinação das linhas d'água.

- OTI-ENGEVIX: determinação das linhas de inundação para diversos tempos de retorno a partir de estudos em modelo reduzido realizado em 1968.

  No mesmo estudo foi efetuada a correlação dos níveis no Guaíba e em seus afluentes. O estudo atingiu como ponto mais a montante no Rio dos Sinos o posto Passo dos Sinos;

- AGRAR: foram efetuadas simulações de vazões da linha d'água no Rio dos Sinos, sendo adotada uma vazão no Rio dos Sinos de 2.160 m³/s correspondente a um período de retorno estimado de 100 anos.

  Não foi adotado um valor de vazão com TR=1000 anos porque, conforme o mesmo estudo, em todas as cheias analisadas, as vazões máximas no Rio dos Sinos precedem o nível máximo d'água no Rio Guaíba.

  Além disso, foi observado que grandes cheias no Guaíba e no curso inferior do Rio dos Sinos não apresentavam condições extremas a montante de Campo Bom, indicando que as cheias no curso inferior seriam determinadas exclusivamente pelo extremo represamento provocado pelo sistema Lago Guaíba/Delta Jacuí.

  Para considerar a influência do represamento do Guaíba, a AGRAR adotou o nível na Praça da Harmonia de 4,85 m (TR = 500 anos).

  A estimativa do nível d'água na Foz do Rio dos Sinos da AGRAR para essa situação foi de 4,98 m enquanto a estimativa da OTI-ENGEVIX com um nível na praça Harmonia de 4,75 m foi de 5,30 m na foz do Sinos.

O Quadro 25 apresenta as linhas d'água no Rio dos Sinos simuladas pela AGRAR.

Quadro 25 - Linhas d'água no Rio dos Sinos conforme simulações da AGRAR

Estação ou ponto de interesse	Distância (km)	Nível da Linha d'água (m, em relação a Torres)	
		Nível Guaíba =4,85m Tr AGRAR = 500 anos Nível Foz Sinos cfe AGRAR QSinos = 2.160 m³/s Tr AGRAR = 100 anos	Nível Guaíba =5,29m Tr AGRAR = 1.000 anos Nível Foz Sinos cfe AGRAR QSinos = 3.200 m³/s Tr AGRAR = 1.000 anos
Praça da Harmonia	0	4,85	5,29
Foz do Rio dos Sinos	13	4,98	5,43
Passo dos Sinos	15,5	5,22	5,84
BR-386	19,1	5,50	6,28
Arroio Sapucaia	21,3	5,56	6,34
Arroio Esteio	27,3	5,65	6,44
Siderúrgica Riograndense	34,6	5,67	6,47
Ponte BR-116 (est São Leopoldo)	54,5	7,31	7,65
Estação Campo Bom	67,5	8,-2	8,38

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

- DNOS-IPH: Foram realizados estudos em modelos reduzidos para avaliar a capacidade hidráulica do trecho próximo à BR-116. A vazão adotada para estimativa das cotas de linha d'água no trecho estudado foi 2.385 m³/s que corresponde atualmente a um período de retorno de cerca de 1.000 anos (cheia de 1941).

Concluiu-se que os estudos anteriores foram desenvolvidos com alto nível técnico, sendo confiáveis e de extrema utilidade, contudo, os objetivos do estudo para determinação de cotas para a BR-448 não se adequam, sendo distintos dos estudos anteriores.

O estudo realizado pelo consórcio Ecoplan/Magna desenvolveu, então, uma metodologia expedita para estimativa das linhas d'água através da utilização combinada dos resultados das simulações efetuadas nos estudos de OTI-ENGEVIX e de AGRAR.

Desta forma, o procedimento segue os seguintes passos:

- Estimativa do período de retorno dos níveis no Guaíba: efetuada a partir da curva de probabilidades ajustada no presente estudo (1899-2007).
- Escolheu-se o nível d'água com Tr=100 anos (3,73 m). As condições com Tr=500 anos e Tr=1000 anos foram escolhidas para verificação de condições extremas;
- Estimativa do nível do Jacuí na Foz do Rio dos Sinos: utilizadas as simulações da linha d'água no Delta do Jacuí efetuadas por OTI-ENGEVIX;
- Simulações das linhas de remanso: são obtidas para cada nível d'água na Foz do Rio dos Sinos a partir do escalonamento das curvas de remanso determinadas por AGRAR para vazão de Tr=100 anos.

Os cenários simulados foram: (1) cenário anterior à implantação da BR-448; (2) cenário com a BR-448 não funcionando como polder; (3) cenário com a BR-448 funcionando como polder.

O Quadro 26 mostra os resultados obtidos para o cenário funcionando com polder e sem polder.

Quadro 26 - Resultados das simulações em pontos de interesse ao longo da BR-448

Estação ou ponto de interesse	Distância (km)	Nível da Linha d'água (m, em relação a Torres) para cada Tr na Praça da Harmonia					
		SEM POLDER			COM POLDER		
		Tr Guaíba 100 anos	Tr Guaíba 500 anos	Tr Guaíba 1000 anos	Tr Guaíba 100 anos	Tr Guaíba 500 anos	Tr Guaíba 1000 anos
Praça da Harmonia	0	3,73	4,44	4,75	3,73	4,44	4,75
Foz do Rio Gravataí	11	4,25	4,95	5,20	4,25	4,95	5,20
Foz do Rio dos Sinos	13	4,35	5,04	5,30	4,35	5,04	5,30
Passo dos Sinos	15,5	4,57	5,26	5,52	4,57	5,26	5,52
BR-386	19,1	4,85	5,54	5,80	4,85	5,54	5,80
Arroio Sapucaia	21,3	4,91	5,60	5,86	4,91	5,60	5,91
Arroio Esteio	27,3	5,00	5,69	5,95	5,31	5,91	6,22
Siderúrgica Riograndense	34,6	5,02	5,71	5,97	5,81	6,30	6,59
Jusante Ponte BR-116	54,1	5,66	6,35	6,61	6,14	6,35	6,61
Ponte BR-116 (est São Leopoldo)	54,5	5,97	6,66	6,92	6,52	6,73	6,99
Montante Ponte BR-116	55,4	6,66	7,35	7,61	7,14	7,35	7,61
Estação Campo Bom	67,5	8,02	8,02	8,02	8,02	8,02	8,02

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

- **Avaliação das inundações na Bacia do Rio dos Sinos na região adjacente à BR-448 antes da implantação da rodovia**

Para a avaliação das inundações na Bacia do Rio dos Sinos na região adjacente à BR-448 foi gerado um Modelo Numérico do Terreno utilizando informações de levantamento topográfico, aerofotogrametria e cartas geográficas.

O lançamento das linhas d'água determinadas anteriormente permitiu a estimativa de manchas de inundação de cada cenário e período de retorno.

Como a elevação das águas na zona inundada ocorre de forma relativamente lenta, supôs-se que a implantação da BR-448 não traria alterações significativas nas áreas de inundação na situação em que a estrada não funcionaria como polder.

Ao se comparar as manchas de inundação "com polder" e "sem polder", a partir das cotas apresentadas no Quadro 26, notou-se que a implantação da BR-448 teria pouco impacto sobre as inundações a montante, mesmo funcionando como polder.

- **Avaliação do Impacto das Obras da BR-448 em relação ao Sistema de Proteção Contra Cheias das Cidades de São Leopoldo e Novo Hamburgo**

Ao avaliar-se o impacto em relação ao sistema de proteção contra cheias das cidades de São Leopoldo e Novo Hamburgo notou-se que, caso a rodovia não funcione como polder, o regime de cheias junto a estas cidades não seria alterado.

Os estudos realizados indicaram que na região jusante da BR-116 há o menor "freeboard", entre 0,50 e 0,60 m para uma enchente com período de retorno de 500 anos.

No caso da rodovia funcionando como polder, ou seja, com implantação de casas de bombas para escoamento dos excessos pluviais para o Rio dos Sinos, esse "freeboard" seria reduzido para 0,40 m.

- **Concepção Hidráulica das obras de passagem das águas e cenários de simulação**

Para a concepção hidráulica das obras de passagem sob a estrada foi caracterizado o comportamento hidrológico da bacia contribuinte.

O Modelo Numérico do Terreno (MNT) da região foi gerado utilizando informação de topografia com 90 m de resolução, disponibilizada pela Shuttle Radar Mission (SRTM) e os dados de campo levantados neste estudo.

O grau de impermeabilização da bacia foi estimado a partir de imagem de satélite Landsat, identificando-se o uso do solo em toda a bacia contribuinte. A delimitação das sub-bacias de contribuição à área em estudo foi efetuada com base no MNT.

Os estudos de simulação foram efetuados sob diferentes configurações, no que se refere à ocupação urbana, a conformação física dos sistemas de drenagem e o risco de inundações.

No que se refere aos riscos simulados, o período de retorno (TR) entre 2 e 5 anos foi adotado no dimensionamento da drenagem em lotes e loteamentos enquanto que na drenagem principal os riscos adotados ficaram entre 10 e 25 anos.

No caso da rodovia o TR adotado foi de 50 anos e das pontes de 100 anos.

No estudo em discussão foi adotado um risco da probabilidade conjunta de ocorrer uma cheia no Rio dos Sinos e nos arroios pela margem esquerda.

Dado que o nível no Rio dos Sinos seria principalmente controlado pelo nível do Rio Jacuí, foi admitida a independência entre os eventos e que a probabilidade conjunta é o produto de ambas as probabilidades.

A modelagem numérica aplicada contemplou dois processos:

- A transformação chuva-vazão para obtenção das contribuições de cada sub-bacia como vazão afluente à área de estudo, estimando-se o escoamento gerado nas sub-bacias de cada cenário;

- Simulação do escoamento em canais para as sub-bacias onde foram fornecidas informações sobre a rede de macrodrenagem, incluindo a simulação das alternativas de medidas de controle analisadas.

Foi utilizado o modelo numérico IPHS para a transformação chuva-vazão. Este modelo é configurado de forma a permitir a combinação de distintas metodologias tradicionais de modelagem numérica e apresenta os seguintes módulos:

- Precipitação de projeto: foi utilizado o método dos blocos alternados;
- Transformação precipitação-vazão: para a separação dos escoamentos superficial e subterrâneo foi utilizado o modelo SCS-CN, caracterizado pelo parâmetro CN (curva número) em conjunto com o método do hidrograma unitário triangular (HUT) para a obtenção do hidrograma de projeto;
- Propagação de vazões: previsão da propagação em reservatório pelo modelo de Puls e a propagação em rios pelo modelo Muskingun-Cunge.

Ao invés de ser utilizado o modelo Muskingun-Cunge, no estudo em discussão foi utilizado o modelo do remanso que se baseia na equação de energia de Bernoulli.

Para a precipitação de projeto foi utilizada a curva IDF (curva de intensidade-duração-frequência de chuvas) do Aeroporto Salgado Filho.

A duração total adotada para a precipitação de projeto foi de 10 horas que é aproximadamente igual ao tempo de concentração da bacia do arroio Sapucaia.

As precipitações foram discretizadas em intervalos de tempo de 5 minutos.

Para a composição dos cenários foram determinados hietogramas pelo método dos blocos alternados com 10 e 25 anos.

Utilizando-se do modelo SCS-CN foi necessária a estimativa do parâmetro CN. Baseado no tipo e no uso do solo, cada sub-bacia teve o seu CN calculado.

As características físicas das bacias foram obtidas a partir da análise das imagens de satélite LANDSAT para o uso do solo e da carta RADAMBRASIL para o tipo do solo e geologia.

O número curva (CN) foi extraído da proposição feita pelo DNIT (2005). Já, o tempo de concentração foi estimado pela fórmula de Kirpich Modificada (DNIT, 2005).

No caso da estimativa dos parâmetros para simulação da propagação nos canais, as características topográficas foram obtidas de levantamentos de campo, assim como as características dos canais simulados.

O coeficiente de Manning considerado foi de 0,02.

- **Conclusão**

Diante do exposto, observou-se que os estudos hidrológicos realizados referentes ao projeto da Rodovia BR-448 se limitaram a uma metodologia expedita, sem a utilização de modelagem numérica ou física.

Para a determinação da linha d'água no Rio dos Sinos foram utilizados estudos em modelos reduzidos realizados em 1968 e 1969, o que representa uma limitação no trabalho, uma vez que o cenário atual sofreu alterações em relação à época em que estes estudos foram elaborados.

A ocorrência, por exemplo, de implantação de novas pontes sobre o rio, de processos erosivos e sedimentológicos, de mudança do coeficiente de rugosidade do rio (a ocorrência de vegetação e outros fatores podem alterá-lo) podem acarretar em alterações significativas no escoamento do canal.

Mesmo com a atualização da estimativa do período de retorno dos níveis no Guaíba, a aplicação desses níveis às linhas de inundação dos estudos anteriores torna a situação simulada obsoleta, referente a um cenário ocorrido no passado.

Outro aspecto a ser considerado é a suposição de que, como a elevação das águas na zona inundada ocorre de forma relativamente lenta, a implantação da BR-448 não traria alterações significativas nas áreas de inundação caso não funcionasse como polder, e, dessa forma, esse cenário poderia ser considerado igual ao cenário anterior à implantação da rodovia.

Diante disso, no presente estudo, entende-se que somente através de uma simulação hidrodinâmica do escoamento no Rio dos Sinos no cenário atual seria possível afirmar tal suposição.

Entende-se que, caso o sistema de drenagem da rodovia (obras de passagem e pontes) não estiver funcionando de maneira adequada – ou por falhas de concepção, projeto ou execução – esta hipótese pode não ser verdadeira.

Dessa forma, a rodovia impactaria no remanso do Rio dos Sinos a montante da região da rodovia e também na drenagem da região adjacente à rodovia.

Diante destes fatos, conclui-se que somente com um estudo de modelagem hidrológica e hidrodinâmica atualizado, pode-se avaliar, durante eventos de cheias, o cenário atual da região estudada.

A partir daí, poderá se confirmar as hipóteses do estudo avaliado, ou refutá-las.

4.3 Sistemas de Micro e Macrodrenagem na Bacia

A microdrenagem caracteriza-se como o conjunto de estruturas que conduzem as águas do escoamento superficial para as galerias ou canais urbanos.

Essas estruturas são constituídas pelas redes coletoras de águas pluviais, poços de visita, sarjetas, bocas-de-lobo e meios-fios.

Essas redes de microdrenagem, podem seguir direto para os córregos ou cursos d'água, ou para redes de macrodrenagem.

Consideram-se para efeitos de conceitos de redes de microdrenagem subterrânea todas as tubulações inferiores ou iguais a 1500 mm.

Numa análise da microdrenagem urbana da bacia do Rio dos Sinos, como um todo, há que se considerar a questão da distribuição espacial dos centros urbanos, o que em análises da evolução das manchas urbanas a partir de 1990 mostra que esses locais se mantiveram de certa forma inalterados, com poucas modificações.

A área urbanizada na Bacia do Rio dos Sinos, passou de 22,61% em 1990 para 26,16% em 2011.

A análise da expansão das áreas urbanizadas no baixo curso do Rio dos Sinos, nos últimos anos, nos permite afirmar que:

- Todos os municípios apresentaram expansão de suas áreas urbanizadas;
- A expansão urbana ocorreu principalmente junto a malha rodoviária;
- Os municípios maiores e mais desenvolvidos apresentaram grande crescimento nas áreas periféricas da mancha urbana, com inserção de áreas associadas como condomínios fechados, afastados das grandes avenidas e rodovias;
- As maiores expansões urbanas, se deram em Canoas, Sapucaia do Sul, São Leopoldo e Novo Hamburgo;

Considerando essas avaliações da expansão urbana das cidades, consequentemente pode-se afirmar que mudanças significativas ocorreram nas transições de números percentuais de solos expostos para áreas urbanizadas, ou seja, os sistemas de microdrenagem das cidades, carecem ser redimensionados para o novo cenário.

Observa-se ainda pelas análises uma tendência da urbanização ocupando as áreas do entorno da BR-448, face ao abandono de parte das áreas de atividade agrícola que margeiam o empreendimento.

Há relatos nas entrevistas de campo, de que boa parte das terras que margeiam a rodovia já foram compradas por incorporadoras ligadas a construção civil, com fins a implantação nessa área de condomínios fechados, principalmente no município de Canoas.

Considerando-se que a microdrenagem superficial conduz as águas pelo sistema viário, sarjetas e bocas de lobo para os poços de visita (PV), pela ação gravitacional, faz-se uma associação direta da extensão da rede de microdrenagem em relação ao comprimento das vias pavimentadas e/ou não pavimentadas.

Ao comparar-se a extensão de rede de microdrenagem de municípios com dados de cadastro técnico e a extensão de logradouros pavimentados, como ocorre nos casos de Esteio e Novo Hamburgo, é possível estabelecer um parâmetro que gira em torno de 50% de extensão de rede de microdrenagem a mais do que a extensão do logradouro para viabilizar o serviço de coleta.

O Quadro 27 sintetiza a seguir informações de cadastro e estimativas baseadas em dados do PMSB, quando o cadastro não existe.

Quadro 27 - Extensão das redes de microdrenagem nos municípios da bacia

MUNICÍPIO	EXTENSÃO DE VIAS URBANAS PAVIMENTADAS (km)	EXTENSÃO CADASTRAL DA REDE DE MICRODRENAGEM (km)	COBERTURA DECLARADA DO SISTEMA DE MICRODRENAGEM (%)	EXTENSÃO ESTIMADA DA REDE DE MICRODRENAGEM (km)
ARARICÁ	28,4	12		
CAMPO BOM	217		97%	316
CANOAS		575		
CARAÁ	4,7	4,7	100%	4,7
ESTÂNCIA VELHA	211,9		97%	308
ESTEIO	201	295		
IGREJINHA	127,9		99%	190
NOVA HARTZ	132,6		75%	149
NOVO HAMBURGO	714	1037	90%	
PORTÃO	231		98%	340
RIOZINHO	24,6		90%	33
ROLANTE	91,6		98%	135
SÃO LEOPOLDO	677,5	422		
SAPUCAIA DO SUL	363		97%	528
TRÊS COROAS	116,8		95%	166

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Assim, utilizou-se o multiplicador de 1,5 sobre a extensão das vias pavimentadas e percentual de cobertura para estimar a extensão da rede de microdrenagem.

Apresenta-se apenas a relação de municípios que possuem informações mínimas que permitam apresentar a extensão da rede de microdrenagem cadastrada ou estimada.

Observa-se que a grande maioria dos PMSB, a partir de informações obtidas junto as prefeituras, descrevem a cobertura do sistema de microdrenagem, com índices superiores à 90%, em alguns casos até 100%.

As seções a seguir detalham a situação dos sistemas de micro e macrodrenagem de cada município.

A macrodrenagem de uma bacia ou região hidrográfica, é o sistema composto pelos dispositivos responsáveis pelo escoamento final das águas pluviais provenientes do sistema de microdrenagem urbana.

A macrodrenagem, considerando-se o escoadouro natural das águas de uma bacia, é constituída pelos principais talvegues, fundos de vales e cursos d'água, independente da execução de obras específicas e tampouco da localização de extensas áreas urbanizadas.

Para as obras especificas de engenharia, com fins de coleta e destinação das águas pluviais, ou esgotos, consideram-se redes de macrodrenagem as tubulações com diâmetro nominal superiores a 1.500 mm, assim como os canais abertos e fechados.

De forma geral os sistemas viários coletam as águas pluviais e as conduzem às bocas de lobo e redes tubulares ou canais de drenagem construídos. Destes canais as águas coletadas seguem rumo às cotas mais baixas em direção aos cursos d'água de maior porte.

Os municípios objeto desse estudo, conforme verificado na avaliação dos PMSB, não possuem um cadastro topográfico adequado das redes de drenagem implantadas, tanto micro como macrodrenagem, e em muitos casos a dinâmica de crescimento das zonas urbanas tem forçado as administrações municipais a execução de obras de drenagem, o que é indicado no PRS, com a presença constante de obras e ampliações de travessias e canais.

O Plano Regional de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, elaborado pelo Consórcio Público de Saneamento Básico da Bacia, o PROSINOS, constata com relação a macrodrenagem da bacia, o seguinte:

- A Presença de sedimentos e resíduos sólidos depositados nos canais, seja no fundo ou nas margens;
- 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;
- 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;
- 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 *"as-built"*, ou como construído.

O Produto 5 – Base de Dados do EAP-SINOS destacou que a camada de macrodrenagem é de grande interesse, no entanto, nos arquivos verificou-se que as mesmas não possuem uma representação uniforme, mas que de forma geral, são representadas através de legenda de cor ou texto sobre feições de cursos d'água, carecendo de um processo de tratamento e interpretação das anotações nos arquivos fornecidos.

Apresenta-se na sequência as principais informações dos sistemas de micro e macrodrenagem dos municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, obtidas com base nos PMSB dos municípios objetos desse diagnóstico.

Destaca-se que para esse diagnóstico se buscou determinar a situação atual dos sistemas tanto de micro como de macrodrenagem, seu dimensionamento e problemas mais evidentes relatados pelos elaboradores dos referidos planos municipais.

Nos municípios onde não existe cadastro das redes de macrodrenagem, utilizou-se a base geográfica de hidrografia, desenvolvida no Produto 5 - Base de Dados do EAP-SINOS, para a identificação e processamento de extensões da rede de macrodrenagem em área urbana.

Dessa forma, não estão sendo consideradas eventuais intervenções específicas de macrodrenagem não cadastradas, como, por exemplo, trechos de galerias subterrâneas.

4.3.1 Micro e Macrodrenagem de Araricá

O Quadro 28 abaixo, extraído do Mapa de localização das redes de microdrenagem do município, apresenta o resumo das redes instaladas.

Quadro 28 - Resumo de redes de microdrenagem de Araricá/RS

DN (cm)	EXTENSÃO (m)
30	6.780
40	4.258
60	1.309
100	316
Total:	12,66 Km

(Fonte: PMSB, 2014)

De acordo com o PMSB do município, o sistema de microdrenagem urbana, apresenta 12,66 km de redes, ou seja, mais da metade (55,5%) das vias pavimentadas do município não dispõe de redes de drenagem.

A Prefeitura Municipal não disponibiliza um cadastro topográfico das redes na área urbana.

O PMSB apresenta em seus anexos, no mapa de localização das redes de microdrenagem existentes, que cerca de 53% da rede é de DN 30 cm, e apenas 2,5% de DN 100 cm, o que confrontado com o mapa de vias pavimentadas do município evidencia a carência de infraestrutura no sistema, bem como que, a tomada de decisão de implantação das vias urbanas pavimentadas não contemplou o manejo sustentável das águas pluviais.

O PMSB apresenta também, em seus mapas, e na literatura, valores de DN fora dos padrões comerciais e da ABNT, o que pode induzir erros em futuros projetos de implantação de sistemas de drenagem urbana no município.

Com relação a macrodrenagem, o PMSB de Araricá, afirma que a Prefeitura Municipal não dispõe de um cadastro topográfico das redes.

O documento cita como principais problemas das redes de macrodrenagem, conforme verificado em vistorias de Ago/2013, a presença de sedimentos e resíduos sólidos depositados nos canais, seja no fundo ou nas margens, bem como o crescimento de vegetação arbustiva e arbórea em canais não revestidos e principalmente em taludes.

Os principais cursos d'água que drenam as águas superficiais são o Arroio Grande e o Rio dos Sinos.

A Figura 62 mostra a localização da rede de macrodrenagem de Araricá, que conta com 28,16 Km de extensão, sendo as maiores redes as do canal Ferrabraz 1 e canal Campo da Brazina 1, com respectivos 7,43 Km e 6,16 km.

Esses dois canais coletam as águas dos demais e os conduzem para o canal Grande 1, de onde são escoadas para o Rio dos Sinos.

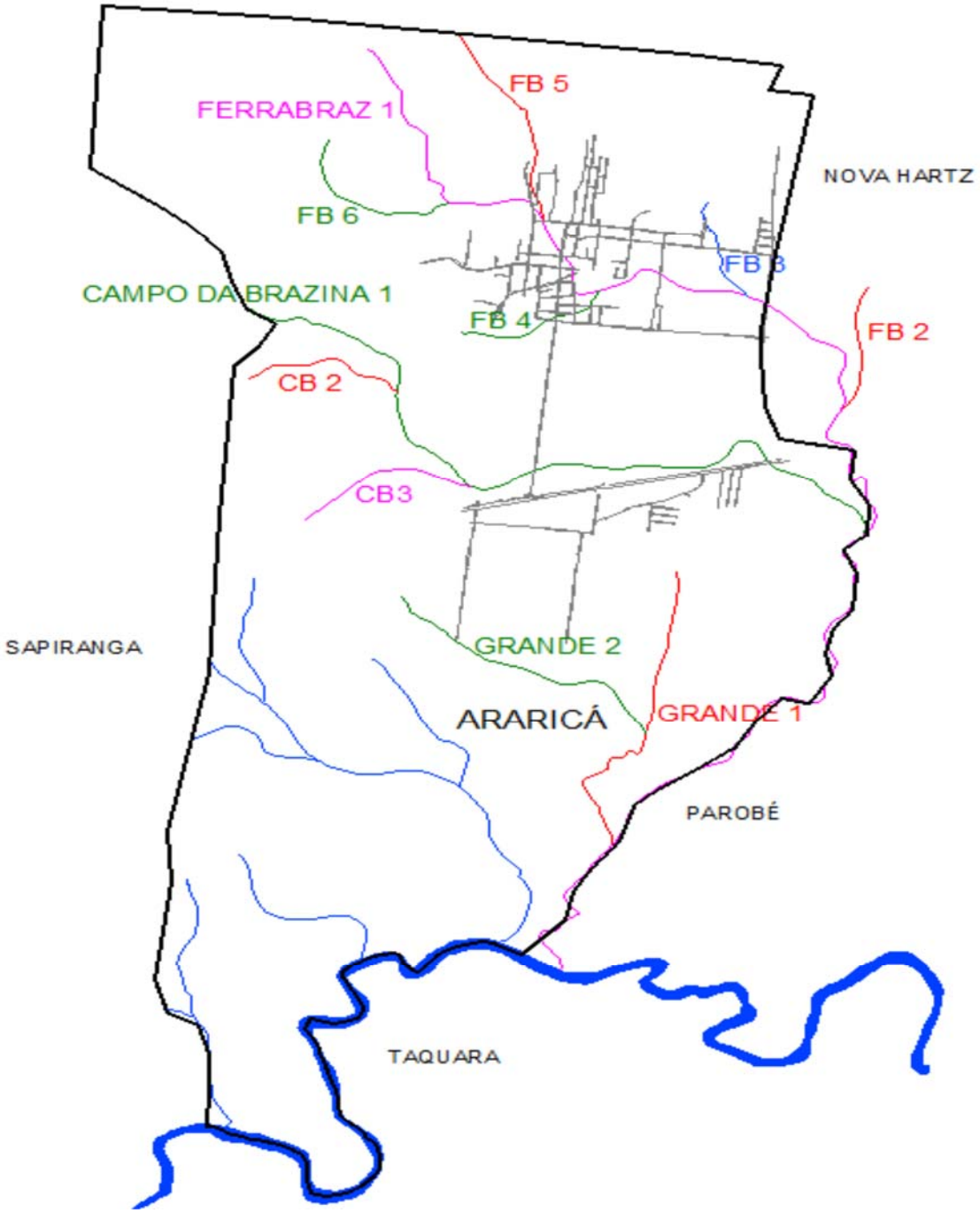


Figura 62 - Canais de macrodrenagem de Araricá
(Fonte: PMSB, 2014)

4.3.2 Micro e Macrodrenagem de Campo Bom

A Prefeitura Municipal não dispõe de cadastro do sistema de drenagem, mas segundo o PMSB, pode-se afirmar que todas as vias pavimentadas dispõem de rede de drenagem, o que abrange cerca de 97% da área urbana do município.

Considerando uma extensão de vias em torno de 224 km, pode-se estimar que Campo Bom dispõe de aproximados 325 km de redes de microdrenagem.

Os principais canais de macrodrenagem, são identificados na Figura 63, onde verifica-se os quatro principais canais de macrodrenagem do município, que integralizam uma extensão de 20,45 km, sendo a maior rede a do canal Quatro Colônias, com 4,23 km.

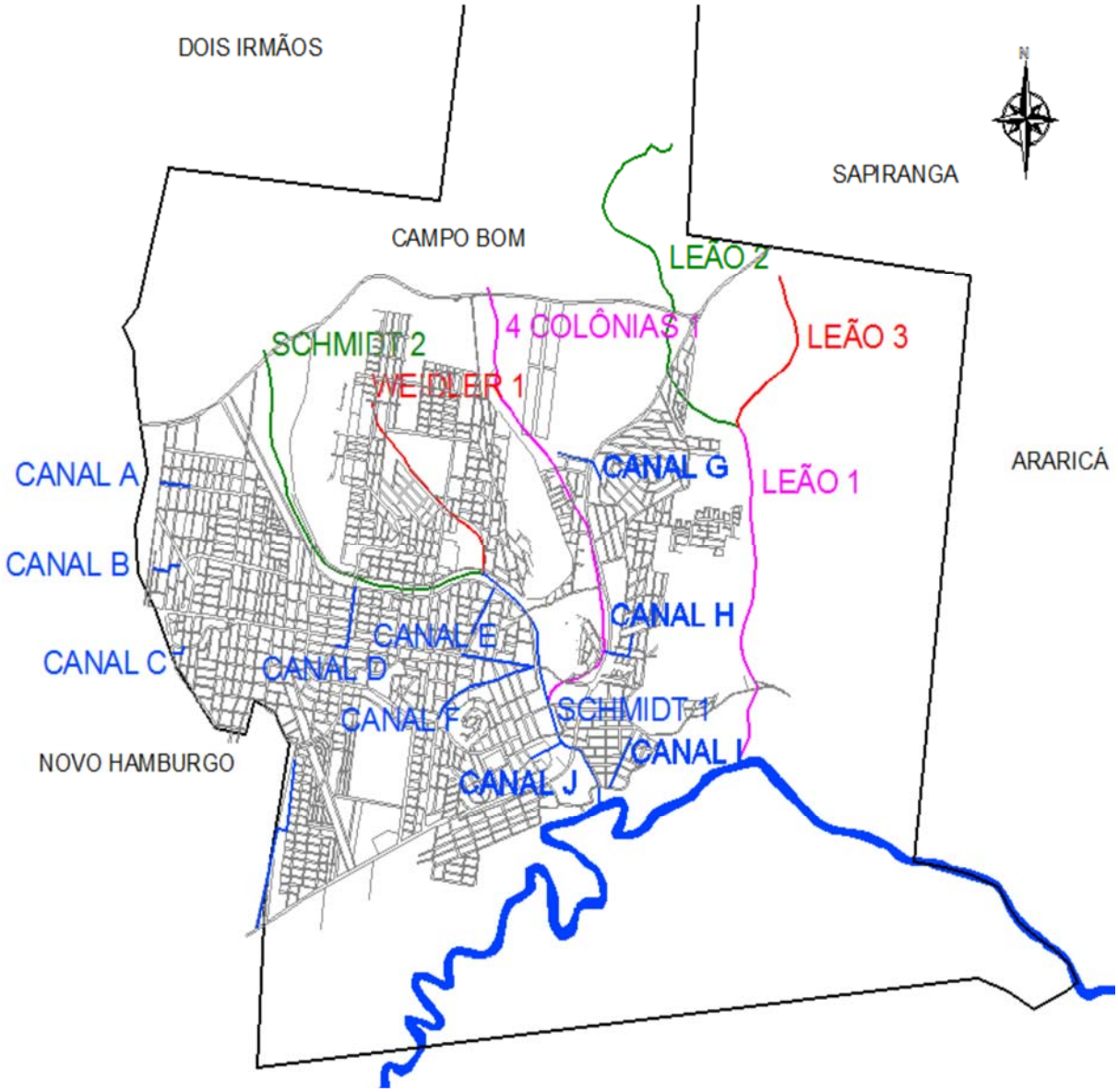


Figura 63 - Canais de macrodrenagem de Campo Bom
(Fonte: PMSB, 2014)

O PMSB de Campo Bom, afirma que a Prefeitura Municipal não dispõe de cadastro das redes de macrodrenagem. O documento cita como principais problemas das redes de macrodrenagem, conforme verificado em vistorias de Set/2013, as seguintes constatações:

- Presença de sedimentos e resíduos sólidos depositados nos canais, seja no fundo ou nas margens, principalmente nos canais em seção mista;
- Crescimento de vegetação arbustiva e arbórea em canais não revestidos e principalmente em taludes;
- Velocidades significativas ao longo dos arroios que cruzam a área urbana, potencializadas principalmente pelas altas declividades dos trechos de montante;
- Identificação de solos arenosos e áreas que evidenciam risco de erosão das margens e assoreamento.

Cabe destacar, que os principais recursos hídricos que drenam as águas superficiais, a saber, o Arroio Schimdt e seus afluentes pela margem esquerda, o Arroio Weidler e Quatro Colônias, o Arroio Leão e o Rio dos Sinos, encontram-se já nessa região com suas características naturais alteradas.

O PMSB cita que na bacia do Arroio Leão, o PDDU prevê futura zona de expansão urbana, que exige controle do uso em função das limitações geométricas condicionadas pelo traçado e seções transversais do referido curso d'água.

4.3.3 Micro e Macrodrenagem de Canoas

Canoas, diferentemente de outros municípios da bacia, possui um cadastro de drenagem de boa qualidade, executado no ano de 2006, segundo informações do levantamento aerofotogramétrico, na escala 1:2000, com curvas de nível de metro em metro, realizado em Ago/1999, onde foi possível analisar o sistema de arroios, canais abertos, canais fechados e valas internas e externas dos pôlderes.

As características do sistema de macrodrenagem foram obtidas a partir do levantamento cadastral realizado em Jun/2006, onde constam tanto as redes de micro como macrodrenagem da zona urbana de Canoas.

Na caracterização do sistema de microdrenagem, são identificados no Plano Municipal de Saneamento de Canoas – PLAMSAB/PMC as áreas onde não foram constatadas redes existentes, como os casos dos loteamentos irregulares e zonas de expansão urbana.

O PLAMSAB/PMC de Canoas apresenta de forma detalhada um mapa com as áreas de vulnerabilidade as inundações, identificando-as por setores, a saber:

- Área de inundação pelos rios do Sinos, Jacuí e Gravataí;
- Regiões com alagamentos originários do sistema de macrodrenagem;
- Regiões com alagamentos originários do sistema de microdrenagem.

O zoneamento das áreas onde ocorrem alagamentos é detalhado no plano municipal com a identificação de 51 pontos, os quais são descritos com o nome das ruas, cruzamentos, setores e quadras, entornos de áreas, vilas, loteamentos, e pontos específicos.

Canoas apresenta, de acordo com o PLAMSAB/PMC uma extensão de aproximados 575 km de redes de microdrenagem.

O documento, bem elaborado e rico em dados com detalhamento através de gráficos, tabelas e registro fotográfico é um modelo a ser adotado como referência para os demais municípios da Bacia do Rio dos Sinos.

Com relação a macrodrenagem, são identificados pelo plano municipal, uma extensão de 109 km de redes com contribuição das seguintes bacias: 1) Arroio Sapucaia; 2) Arroio Brigadeira; 3) Arroio Araçá; 4) Bairro São José; 5) Bairro Igara; 6) Rio dos Sinos; 7) Pôlder Matias Velho; 8) Pôlder Araçá; 9) Pôlder Niterói; e 10) Pôlder Rio Branco.

Considerando as condições de cobertura das redes dos arroios, valas, e canais de macrodrenagem, o documento afirma que 63% são canais e arroios sem revestimento e 37% são galerias tubulares e celulares.

Cabe frisar que a macrodrenagem de Canoas, é composta de canais retificados que não preservam mais as características de hidrografia natural.

Um aspecto a ser considerado em Canoas é a construção da rodovia BR-448, a qual acarretou uma barreira natural às inundações provenientes do Rio dos Sinos e Rio Jacuí, pois as passagens de nível, as alças de acesso e passagens dos cursos d´água tornaram-se pontos vulneráveis para a entrada das águas oriundas das inundações do sistema Guaíba/Jacuí e seus reflexos nos Rios Gravataí e Sinos.

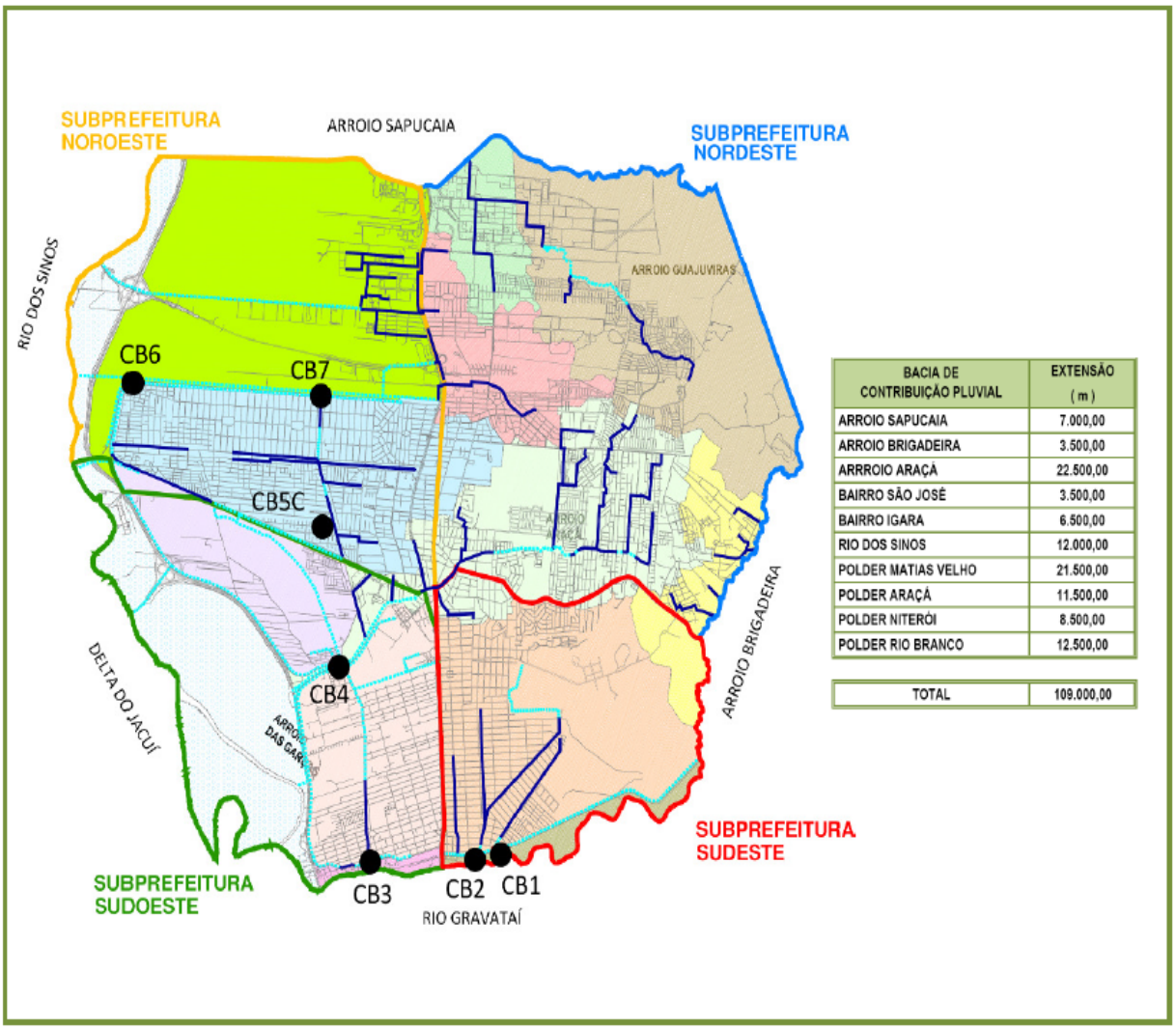
Embora essa condição seja prevista para o cenário em que o nível das águas esteja acima da cota 2,50 m, a necessidade de ações de prevenção é imediata, pois o PLAMSAB/PMC nas inspeções das obras da rodovia, ainda no ano de 2013.

Com tempo seco nos meses de meses de fevereiro e março, já identificava a entrada da água do Rio dos Sinos na vala externa do Pôlder da Matias Velho, provocado pelo simples represamento das águas, em decorrência do vento sul.

O PLAMSAB/PMC ratifica que a construção da rodovia BR-448 em aterro, serve como proteção contra as cheias, no entanto sugere o documento as seguintes obras:

- Execução de comportas e novos sistemas de bombeamento para drenar as contribuições pluviais que ficarão contidas nas Bacias do Rio dos Sinos e do Pôlder Araçá;
- Execução de diques de integração entre os diques existentes e o aterro da rodovia;
- Obras de intervenções complementares para a proteção efetiva contra inundações

O sistema de macrodrenagem de Canoas é caracterizado pela identificação dos tipos de canais existentes, casas de bombas e extensões de cada tipo de canal por bacia de drenagem urbana, conforme apresentado na Figura 64, onde são verificados a bacia de contribuição e sua extensão.



BACIA DE CONTRIBUIÇÃO PLUVIAL	EXTENSÃO (m)
ARROIO SAPUCAIA	7.000,00
ARROIO BRIGADEIRA	3.500,00
ARRROIO ARAÇÁ	22.500,00
BAIRRO SÃO JOSÉ	3.500,00
BAIRRO IGARA	6.500,00
RIO DOS SINOS	12.000,00
POLDER MATIAS VELHO	21.500,00
POLDER ARAÇÁ	11.500,00
POLDER NITERÓI	8.500,00
POLDER RIO BRANCO	12.500,00
TOTAL	109.000,00

Figura 64 - Canais de macrodrenagem de Canoas/RS
(Fonte: PMSB, 2014)

4.3.4 Microdrenagem de Caraá

A Prefeitura Municipal não dispõe de cadastro do sistema de microdrenagem, mas segundo o PMSB, pode-se afirmar que todas as vias pavimentadas do município dispõem de rede de drenagem.

O PMSB apresenta ainda, um mapa onde registra-se a existência de 7,1 km de redes de microdrenagem.

Conforme informações da própria prefeitura, observa-se problemas de inundações temporárias em trechos do Arroio Caraá, o que atinge cerca de 70% da área urbana, principalmente na confluência com o Rio dos Sinos, onde é o exutório de todo o município.

Um destaque para a região da bacia do município de Caraá, é que a principal nascente do Rio dos Sinos se encontra no município, o qual detém positivamente esta imagem em benefício ambiental.

Cabe frisar que através de um Decreto Municipal foi criada uma área com 9.000 ha de preservação ambiental, que inclui a nascente do rio.

A Figura 65 mostra a localização da rede de macrodrenagem de Caraá, que conta com 20 4,6 km de extensão, sendo as maiores redes a do canal do Sinos com 75,39 km e a do canal do Caraá com 46,64 km.

Esses dois canais coletam as águas dos demais e os conduzem para a região de jusante, do *Médio Sinos*, para o município de Santo Antônio da Patrulha através do canal Grande 1, de onde são escoadas para o Rio dos Sinos.

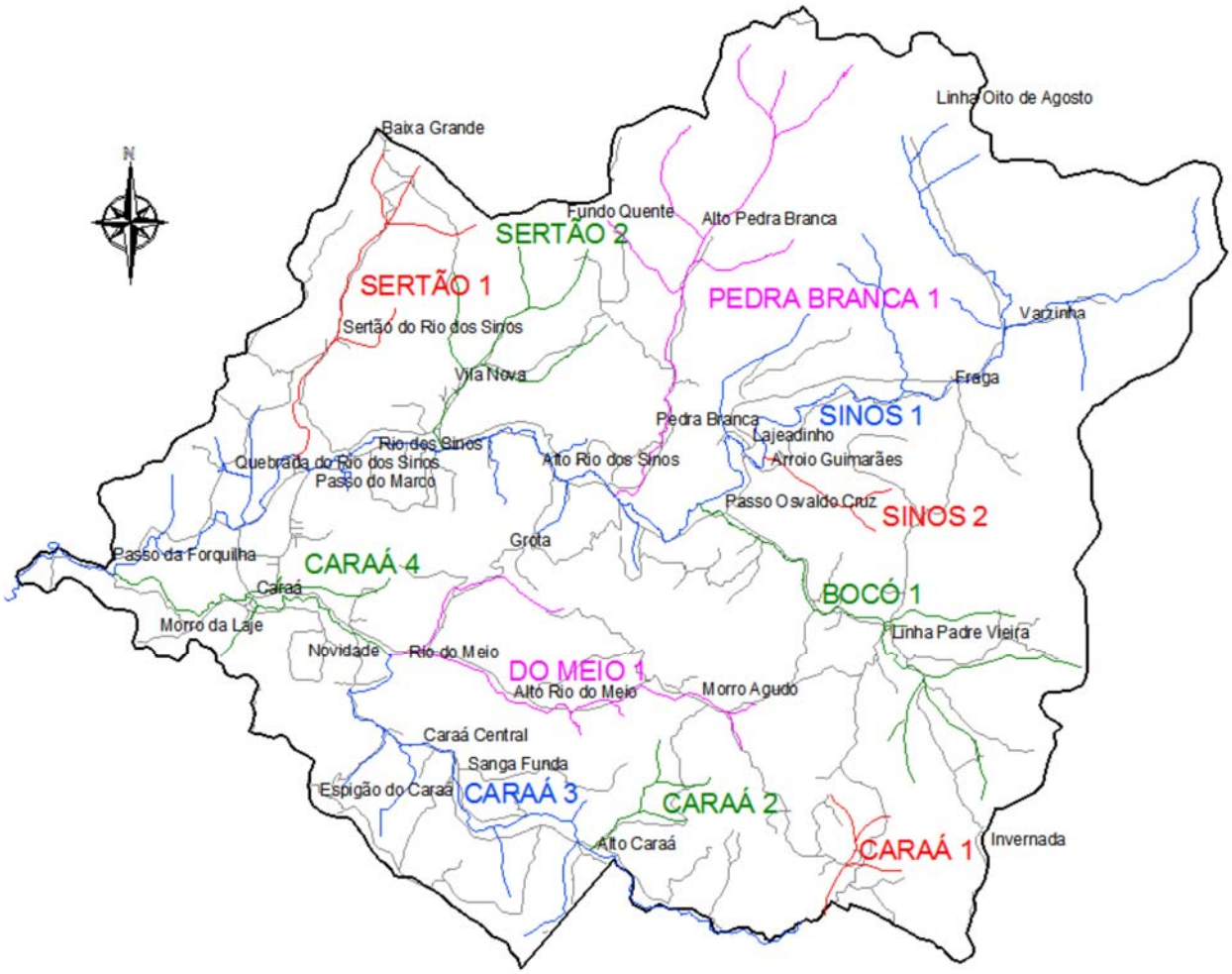


Figura 65 - Canais de macrodrenagem de Caraá
(Fonte: PMSB, 2014)

O PMSB de Caraá, afirma que a Prefeitura Municipal não dispõe de um cadastro topográfico das redes de macrodrenagem. Conforme vistorias do mês de Nov/2013, o documento cita ainda, como problemas das redes de macrodrenagem, as seguintes constatações:

- Regiões com consideráveis diferenças de cotas, o que aumenta a velocidade de escoamento das águas, que tem como direção ao centro e o oeste do município;
- Problemas de antropização, pela alteração da seção natural de escoamento e também pela ocupação urbana em áreas de APP;
- Alterações das condições naturais do Arroio Caraá, que cruza a área urbanizada do município, em que se considere a mudança do traçado original ou a construção de travessias e revestimento de alguns trechos; e a
- Deficiência do sistema natural de drenagem, em que se evidencia a falta de capacidade de escoamento das águas provenientes das enxurradas dos arroios localizados a montante, que atingem velocidades significativas.

Os principais cursos d'água que drenam as águas superficiais na região do município, são o Rio dos Sinos e o Rio Caraá, este segundo, recebendo as contribuições do Rio do Meio.

4.3.5 Micro e Macrodrenagem de Estância Velha

O PMSB do município afirma que embora a Prefeitura Municipal não disponha de cadastro do sistema de drenagem, pode-se afirmar que todas as vias pavimentadas dispõem de rede de drenagem, cerca de 97%.

Algumas vias são dotadas de rede tripla, sendo que parte da rede foi instalada com DN 300mm. Considerando a extensão de logradouros do município de 217 km, pode-se estimar que Estância Velha teria em torno de 316 km de redes de microdrenagem.

O PMSB de Estância Velha, afirma que a Prefeitura Municipal não dispõe de um cadastro topográfico das redes de macrodrenagem.

O plano cita ainda como principais problemas das redes de macrodrenagem, conforme verificado em vistorias de Dez/2013, as seguintes constatações:

- Velocidades elevadas no escoamento superficial, sobretudo na área urbana, quando da ocorrência de enxurradas, provenientes do divisor de águas ao norte do município;
- Carência de planejamento no que tange a rede de microdrenagem;
- Pontos de alagamento com acumulo temporário de águas pluviais na área urbana, em função de subdimensionamento da rede de microdrenagem;

O PMSB destaca que no município não existe significativa ocupação irregular nas APPs (margens dos arroios) e que todas as vias pavimentadas possuem rede de drenagem, embora o PDDU não faça nenhuma referência a questão do manejo de águas pluviais.

Os principais cursos d'água que drenam as águas superficiais na bacia do município de Estância Velha são o Arroio Bonito, que joga a sua contribuição no município de Portão, e o Arroio Luiz Rau, que contribui para o município de Novo Hamburgo.

Cabe citar que uma das bacias do município contribui para o município de Lindolfo Collor, na Bacia do Rio Caí.

A Figura 66 mostra a localização da rede de macrodrenagem de Estância Velha, que conta com 43,69 Km de extensão, sendo as maiores redes as do canal Bonito 1 e canal Portão 1, com respectivos 8,66 Km e 8,3 km.

Esses dois canais coletam as águas dos demais e os conduzem para os municípios de Portão e Novo Hamburgo, através dos arroios Bonito e Luiz Rau.

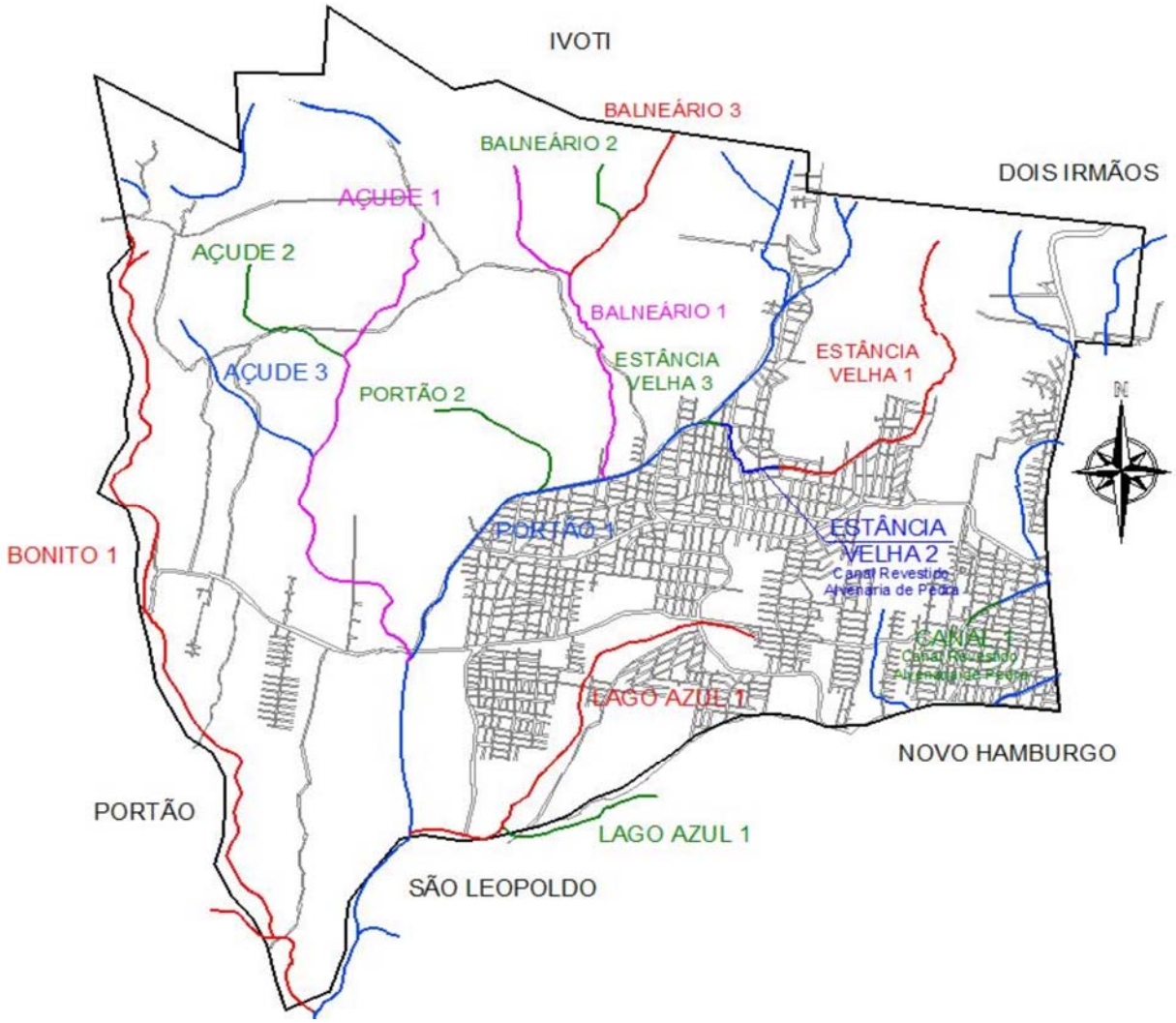


Figura 66 - Canais de macrodrenagem de Estância Velha/RS
(Fonte: PMSB, 2014)

4.3.6 Micro e Macrodrenagem de Esteio

O município de Esteio possuía um Plano Diretor de Drenagem – PDD, elaborado no ano de 1994. Em 2015, a Secretaria de Obras, Viação e Serviços Urbanos contratou a execução de um "Plano Diretor de Manejo das Águas Pluviais das Bacias de Drenagem", concluído em 2016.

No escopo do serviço foi incluído um cadastro topográfico completo das redes de drenagem do município.

A partir dos dados geográficos produzidos nesse serviço, obteve-se os seguintes quantitativos:

- Extensão total de logradouros: 218 km, sendo que 17 km contemplam a BR-116, acessos à BR-448 ou localizam-se na área de várzea do Sinos.

  Esteio possui uma particularidade, principalmente devido à proximidade da REFAP: possui pavimentação em praticamente todos os logradouros;

- Rede de microdrenagem: 295 km de extensão, com diâmetros entre 300 e 1500 mm;

- Rede de macrodrenagem: 33 km de extensão.

A cidade sofre constantemente de acúmulo de águas superficiais em pontos localizados da área urbana, em especial na região do Arroio Sapucaia, na divisa com o município de Canoas, nas imediações da Refinaria Alberto Pasqualini – REFAP e Rodovia BR-116.

O município de Esteio configura-se esquematicamente como um plano inclinado no sentido sudoeste, em direção ao leito do Arroio Sapucaia, o qual desagua no Rio dos Sinos.

O Plano Diretor de 1993, na questão da abordagem sobre a drenagem urbana, estabeleceu quatro bacias para o município, a saber:

- Bacia do Arroio Sapucaia;
- Bacia do Arroio Esteio;
- Bacia do Arroio Cimento;
- Bacia Luiz Pasteur.

A região de Esteio, com relevo predominantemente plano, tem como principais riscos associados ao município as inundações e as enchentes.

Recebendo contribuições da região de Canoas, do Arroio Guajuviras, e também da região de Esteio, através do Arroio Esteio, o Arroio Sapucaia apresenta incapacidade em drenar as águas de escoamento superficial, gerando problemas significativos que extrapolam os limites da sua bacia, problemas esses que se estendem a grande parte dos bairros localizados a margem direita do Arroio Sapucaia.

A Figura 67 mostra a magnitude desses problemas, através da mancha de inundação com TR=25 anos.



Figura 67 - Mancha de inundação: Situação atual e chuvas com TR=25 anos (Cota=7,5m) (Fonte: REFAP/2006 / PMSB,2014)

De maneira mais especifica o PMSB diagnostica os seguintes problemas nas redes de drenagem urbana do município, em que se considere as micros e macrodrenagens:

- Construção de redes de drenagem sem planejamento, à medida que se expandiu a área urbana do município;
- Existência de redução da seção de escoamento ao longo da rede;
- Identificação de declividades insuficientes ou até contrárias ao sentido do esgotamento;
- Falta de hierarquização das galerias, obedecendo a uma divisão por sub-bacia e ramificação dos coletores;
- 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;
- Diferenças entre gradientes hidráulicos, o que causa inundações em áreas em que estes eventos não devessem ocorrer.

Os principais cursos d'água que drenam as águas superficiais para o Rio dos Sinos são o Arroio Sapucaia, Arroio Esteio e o Arroio Cimento.

Em alguns locais próximos ao Arroio Sapucaia ocorrem diques, que acabam modificando o escoamento das águas no seu entorno. Entretanto, como não existem casas de bombas, não pode ser caracterizada a existência de um sistema de proteção contra cheias em Esteio.

A Figura 68, obtida do PMSB, apresenta os canais de macrodrenagem.

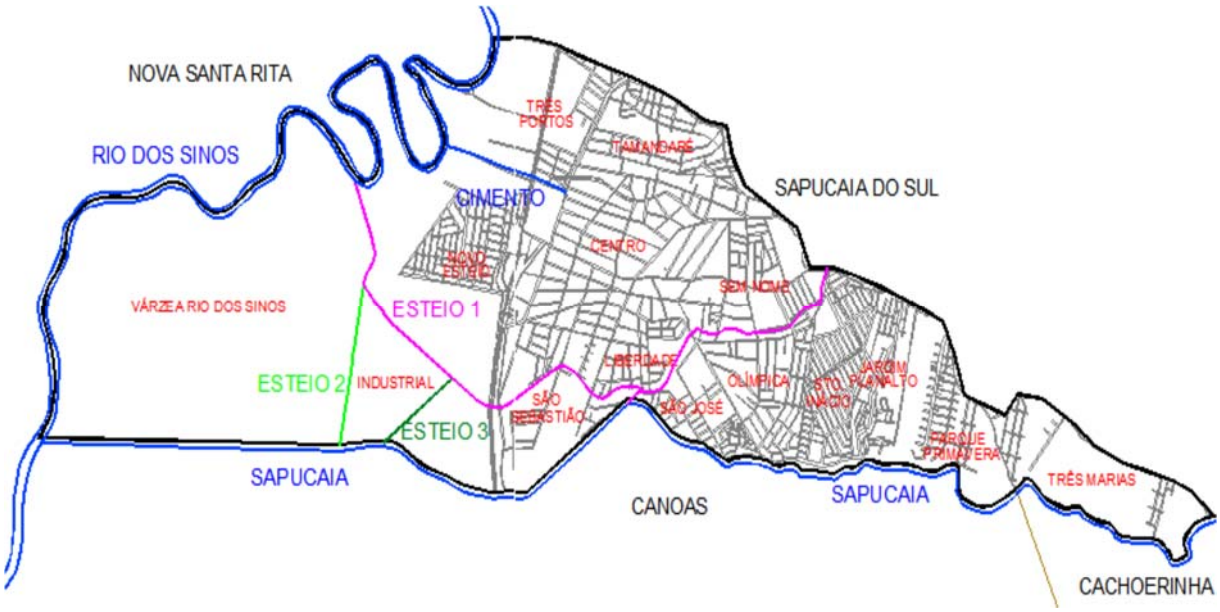


Figura 68 - Canais de macrodrenagem de Esteio
(Fonte: PMSB,2014)

4.3.7 Micro e Macrodrenagem de Igrejinha

Embora a Prefeitura Municipal não disponha de cadastro do sistema de drenagem, o PMSB afirma que todas as vias pavimentadas dispõem de rede de drenagem, o que abrange cerca de 99 % da área urbana.

Ao considerar-se aproximadamente 130 km de logradouros na área urbana, estima-se a existência de aproximados 193 km de redes de drenagem.

A área urbana de Igrejinha, é cortada de norte a sul pelo Rio Paranhana, o qual recebe contribuições de grande parte dos cursos d'água presentes no município, descarregando diretamente em Parobé e Taquara. Outro curso d'água com relevância no município é o Arroio Três Irmãos.

Os cursos d'água afluentes do Rio Paranhana escoam predominantemente para o eixo central do município, essa condição aliada as regiões com consideráveis diferenças de cotas, aumenta a velocidade de escoamento das águas superficiais na direção da área urbanizada do município.

Igrejinha, possui ainda, dois dispositivos de controle e contenção das águas excedentes do Rio Paranhana, um deles é um dique na região do bairro Vila Nova, considerada um ponto de alagamento constante antes da construção do dique.

Outro dispositivo de controle de cheias é uma bacia de retenção que funciona como um "pulmão" para reter certo volume de água durante o período de chuvas.

A Prefeitura Municipal não dispõe de cadastro do sistema de macrodrenagem. Segundo o PMSB as características naturais do rio Paranhana e seus afluentes na área do município encontram-se alteradas.

A região do município de Igrejinha, é dividida em seis bacias, as quais são compostas por dois rios, o Rio Paranhana e o Rio da Ilha, e mais 14 arroios.

Segundo o PMSB, os principais canais de macrodrenagem, conforme apresentados na Figura 69, totalizam cerca de 120 km de redes de macrodrenagem. Pode-se observar ainda na figura abaixo a localização do dique, no ponto de descarregamento do Arroio Nicolas junto ao Rio Paranhana.

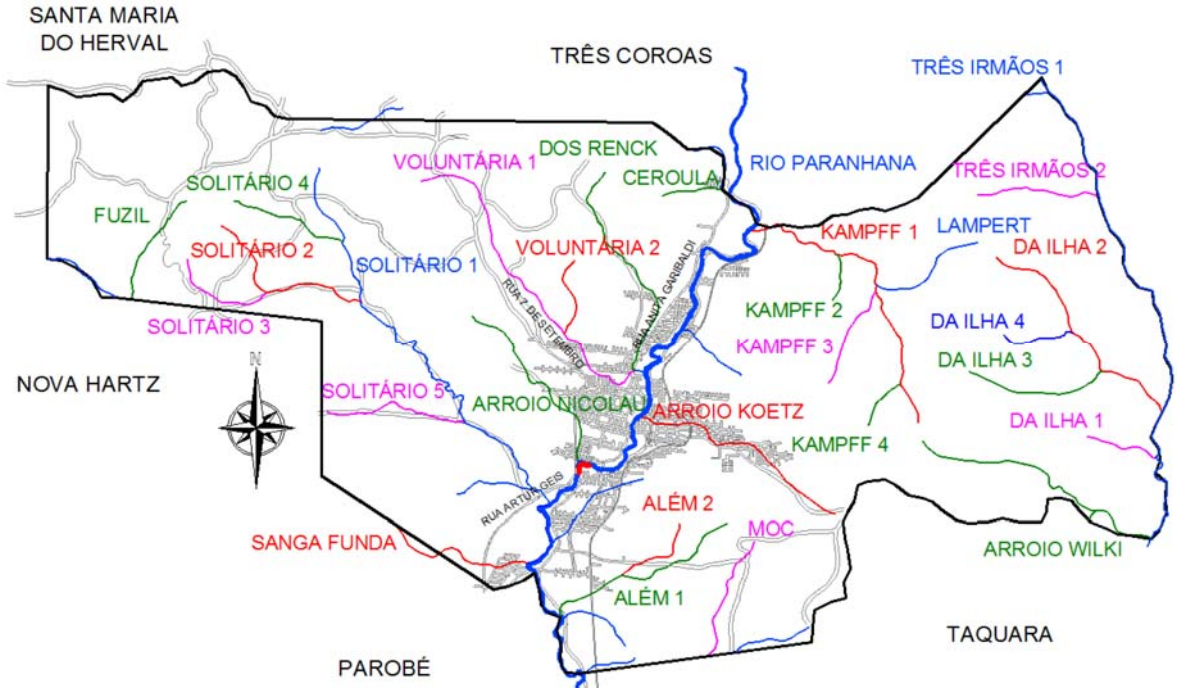


Figura 69 - Canais de Macrodrenagem de Igrejinha
(Fonte: PMSB,2014)

4.3.8 Micro e Macrodrenagem de Nova Hartz

O PMSB do município informa que a Prefeitura Municipal não dispõe de cadastro topográfico do sistema de drenagem, mas afirma que todas as vias pavimentadas são dotadas de rede de drenagem, bem como outras vias ainda não pavimentadas na área urbana.

Considerando-se uma extensão aproximada de 133 km de vias pavimentadas na área urbana do município; estima-se que a rede de microdrenagem possua uma extensão próxima a 200 km.

O PMSB identifica de forma pontual problemas específicos no sistema de microdrenagem implantado, acusando que a rede existente apresenta deficiência em termos de planejamento e dimensionamento, haja visto que sua implantação foi realizada por trecho independentemente de estudo hidrológico e hidráulico, conforme informações obtidas junto a administração municipal.

A Figura 70 apresenta as redes de macrodrenagem no município de Nova Hartz, onde identificam-se 17 canais de macrodrenagem, os quais totalizam uma extensão de 44 km de redes. Os canais de maior extensão, são o canal Grande 1 com 7,5 km e o canal Tigre 1 com 5,3 km.

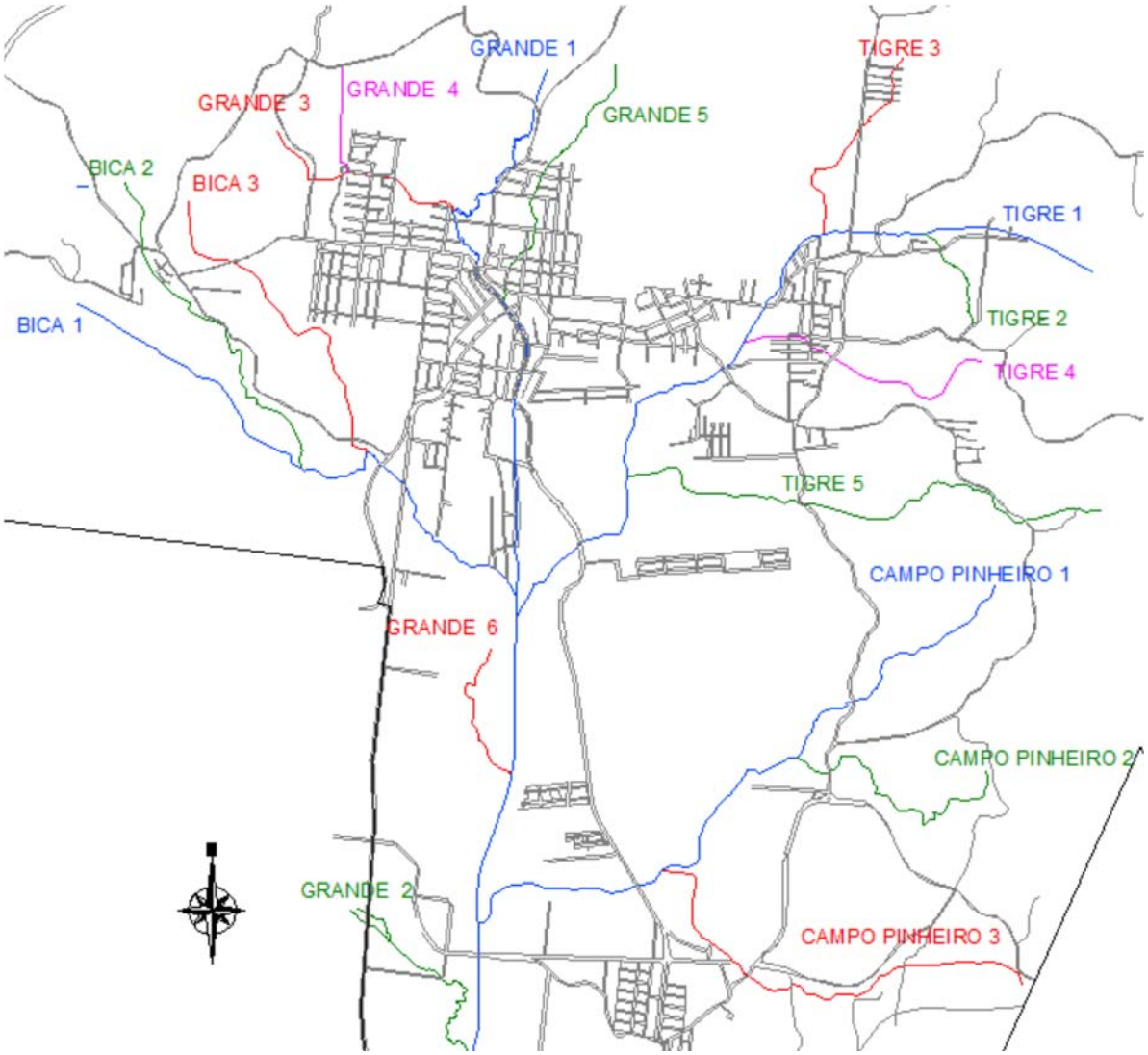


Figura 70 - Canais de Macrodrenagem de Nova Hartz/RS
(Fonte: PMSB,2014)

Nova Hartz configura-se esquematicamente como um plano inclinado, com escoamento das águas superficiais no sentido norte/sul, em direção ao Rio dos Sinos.

Os principais cursos d'água que drenam as águas superficiais de Nova Hartz são: o Arroio Grande, Arroio Campo Pinheiro, Arroio da Bica, Arroio Tigre e Arroio Ferrabraz.

Embora Nova Hartz esteja localizada em área com elevações livres das enchentes do Rio dos Sinos, com terrenos de declividades moderadas, são identificados problemas de inundações e prejuízos decorrentes de enxurradas, seja pelo acúmulo de água ou mesmo pelos efeitos gerados pelas altas velocidades alcançadas pelo escoamento superficial.

O relevo íngreme das encostas da serra, condiciona o escoamento superficial em altas velocidades, o que associado à configuração de convergência dos cursos d'água para um mesmo ponto, nos Arroios Grande, Arroio Tigre e Arroio da Bica, a jusante do centro da cidade, gera um fator de agravamento em termos de ocorrência de inundações.

O PMSB durante vistoria realizada em outubro de 2013 constatou a presença de sedimentos e resíduos sólidos depositados nos canais, seja no fundo ou nas margens, principalmente nos canais em seção mista, bem como o 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.

4.3.9 Micro e Macrodrenagem de Nova Santa Rita

De acordo com o PMSB, não há um cadastro topográfico atualizado da rede de microdrenagem existente.

O município, em função da recente construção da Rodovia do Parque, a BR-448, tem sido alvo de projetos de loteamentos, os quais embora sejam aprovados dentro de um rigor técnico, não contemplam um planejamento conjunto da drenagem em termos de bacia hidrográfica, onde ocorra a integração do cenário de ocupação do solo futuro com o meio ambiente natural da bacia.

Os empreendimentos são considerados de forma interdependentes entre si e entre a infraestrutura urbana existente.

O município registra acúmulo de águas superficiais em pontos localizados, o que evidencia a carência de infraestrutura, seja por inexistência de rede ou sub-dimensionamento, seja pela falta de manutenção, ou ainda pela inexistência de um planejamento em termos de bacia de contribuição, visando à solução definitiva para o referido problema.

Com relação ao sistema de microdrenagem, o PMSB não apresenta mapas de redes, ou mesmo indicadores que possam referenciar um índice de comprimento de redes existentes.

O município de Nova Santa Rita está localizado no divisor de águas de duas bacias hidrográficas distintas, onde os cursos de água de cada bacia formam os limites leste, oeste e sul na confluência dos rios Sinos e Caí.

Além de ser banhado pelos rios Sinos e Caí, o município conta com oito arroios afluentes aos rios principais. São identificados os seguintes cursos d'agua em Nova Santa Rita: Rio dos Sinos, Rio Caí, Arroio Caju, Arroio da Estância, Arroio Berto Círio, Arroio Califórnia, Arroio Figueira, Arroio Sapucaí, Arroio Boa Vista e Arroio Portão.

A área urbana de Nova Santa Rita, localiza-se justamente na confluência do Rio dos Sinos com o Rio Caí, estando assente sobre o divisor de águas dos referidos rios.

Por ser essa, uma região próxima ao exutório das duas bacias citadas, a importância de um bom planejamento estratégico relativo à drenagem das águas em Nova Santa Rita é evidente.

A Figura 71 apresenta as redes de macrodrenagem no município de Nova Santa Rita, onde identificam-se 24 canais de macrodrenagem, os quais totalizam uma extensão de 220 km de redes.

Cabe frisar que desse total, 77 km são de canais no Rio dos Sinos e 67 km de canais no Rio Caí, e os restantes 76 km referem-se aos cursos d'agua, dentro da área de confluência do Rio Caí e do Rio dos Sinos.

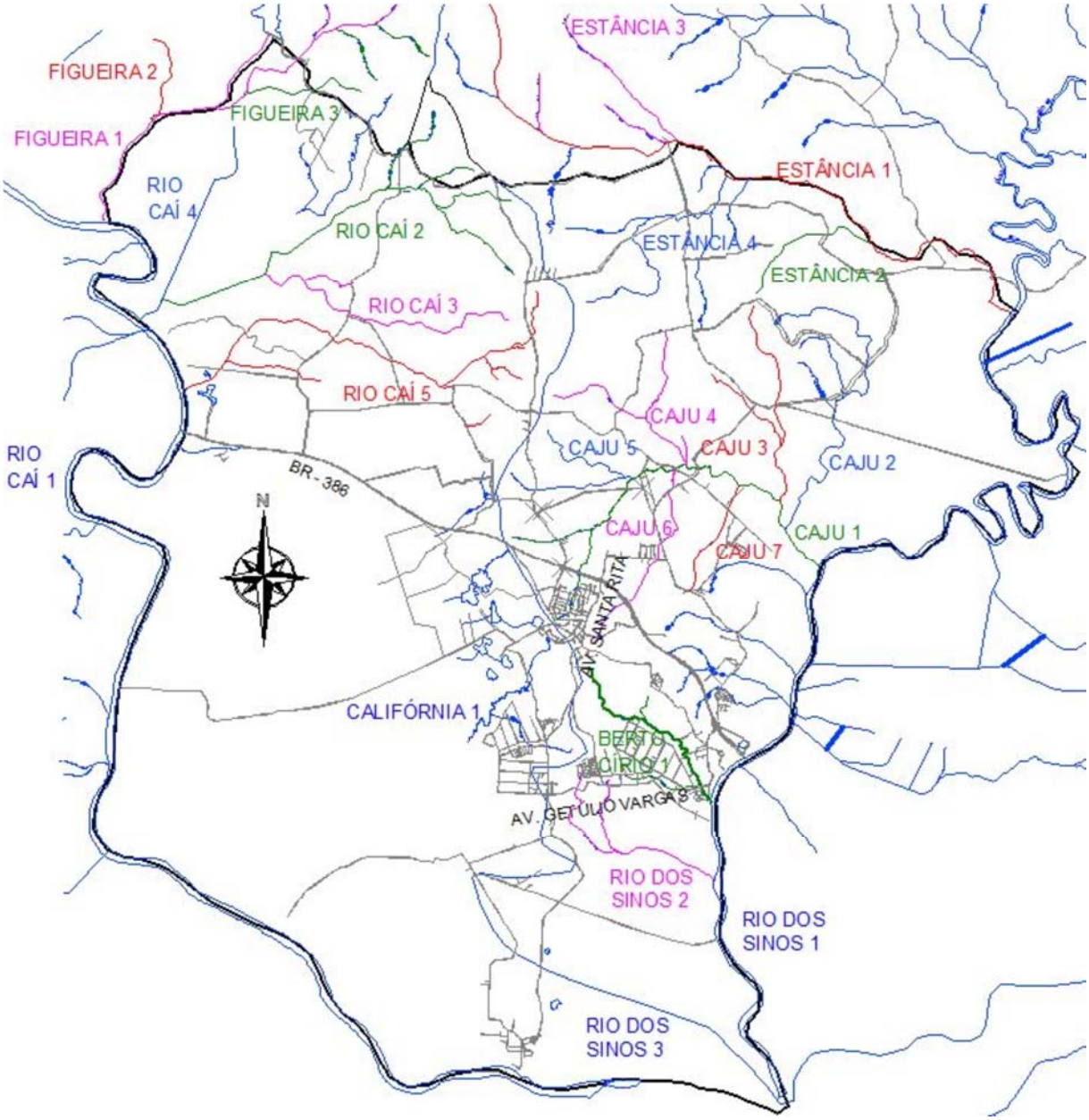


Figura 71 - Canais de Macrodrenagem de Nova Santa Rita/RS
(Fonte: PMSB,2014)

A Prefeitura Municipal não dispõe de um cadastro topográfico das redes de macrodrenagem e a dinâmica de crescimento da cidade indica a presença constante de obras e ampliações de travessias e canais que compõem o sistema de drenagem. O PMSB durante a vistoria realizada em Dez/2013, fez a seguintes constatações:

- Presença de sedimentos e resíduos sólidos depositados nos canais, seja no fundo ou nas margens, principalmente nos canais em seção mista;
- Identificação de crescimento de vegetação arbustiva e arbórea em canais não revestidos e principalmente em taludes, o que compromete o livre escoamento das águas;
- Pontos de comprometimento dos taludes dos canais e o consequente assoreamento, com depósito de sedimentos no fundo, no Arroio Berto Círio.

4.3.10 Micro e Macrodrenagem de Novo Hamburgo

A Prefeitura Municipal dispõe de um cadastro técnico das redes de microdrenagem, porém sem precisão topográfica.

O PMSB informa que o sistema encontra-se presente em 90% da área urbana. A extensão da rede de microdrenagem obtida do cadastro parece apresentar consistência, ao comparar-se com a extensão de vias urbanas pavimentadas, que totaliza 714 km.

Nesse cadastro totalizam-se 1.037 km de redes, conforme apresentado no Quadro 29 abaixo.

Quadro 29 - Resumo de redes de microdrenagem de Novo Hamburgo

DN (cm)	EXTENSÃO (m)
30	477.243
40	421.148
60	90.653
80	19.581
100	17.239
120	7.088
150	4.174
Total:	*1.037 Km*

(Fonte: PMSB, 2014)

Dois aspectos relevantes na bacia de contribuição da área urbana de Novo Hamburgo, há se considerar para o sistema de microdrenagem, são a declividade e a aglomeração urbana em uma das margens do Rio dos Sinos.

O município tem uma forma geométrica irregular, sendo dividido pelo rio em sua porção mais estreita central, separando assim a zona urbana da zona rural. A área urbana, de menor dimensão, abriga quase a totalidade da população em um verdadeiro aglomerado urbano.

A drenagem de ambas as áreas se desenvolve em direção ao Rio dos Sinos, sendo que na parcela mais urbanizada predomina maiores declividades, o que favorecem o escoamento rápido das águas superficiais em direção aos pontos mais baixos, fundos de vales, que integram os cursos d'água já antropizados.

Nestas áreas identificam-se problemas pontuais de carência de sistemas de microdrenagem, associados à ocorrência de erosão e desgaste das galerias de drenagem, como consequência das velocidades atingidas pelas águas do escoamento superficial.

Caracterizada como uma área densamente ocupada, o município de Novo Hamburgo apresenta, assim como em outros aglomerados urbanos brasileiros, carências em termos de infraestrutura, presença de sub-habitações, degradação de APP, e consequente aproveitamento inadequado do território.

Os principais cursos d'água que drenam as águas superficiais de Novo Hamburgo são:

- Na área rural: 1) Arroio Peão – Feitoria / Quilombo; 2) Arroio Quilombo; 3) Arroio Passo dos Corvos / Quebra Dentes; 4) Arroio Wallahey; 5) Arroio Centro; 6) Arroio Guari – Morro Agudo / Guari; 7) Arroio Taimbé – Gravatai / Taimbé; 8) Arroio São Jacó; 9) Arroio Tiririca; 10) Arroio São João; e 11) Arroio Poço Feio;
- Na área urbana: 1) Arroio Cerquinha; 2) Arroio Gauchinho; 3) Arroio Luiz Rau (Guarani, Sanga Funda, Marques de Olinda); 4) Arroio Roselândia; 5) Arroio Manteiga; 6) Arroio Wiesenthal / Vila Kuntz; 7) Arroio Pampa (Diehl, I Pang); 8) Arroio São José; e 9) Arroio Peri.

Observa-se que alguns cursos d'água que atravessam a área urbana de Novo Hamburgo recebem contribuição externa, a saber:

- Sub-bacia do Arroio Luiz Rau: que recebe contribuição dos municípios de Dois Irmãos, Ivoti e Estância Velha;
- Sub-bacias do Arroio Pampa: que recebe contribuição do município Campo Bom.

Esta característica define a necessidade de elaboração de um planejamento intermunicipal conjunto, haja vista a interdependência em termos de alteração no regime de escoamento, como consequência da maior impermeabilização do solo, pela crescente urbanização.

A Prefeitura Municipal não dispõe de um cadastro topográfico das redes de macrodrenagem e a dinâmica de crescimento da cidade indica a presença constante de obras e ampliações de travessias e canais que compõem o sistema de drenagem.

Durante vistoria realizada em Ago/2013 constatou-se a presença de sedimentos e resíduos sólidos depositados nos canais, seja no fundo ou nas margens, principalmente nos canais em seção mista. Identificou-se ainda o crescimento de vegetação arbustiva e arbórea em canais não revestidos e principalmente em taludes, o que compromete o livre escoamento das águas.

Não há no PMSB mapa de redes de macrodrenagem, tampouco referências sobre a extensão desses canais.

A Figura 72 apresenta as redes de macrodrenagem no município de Novo Hamburgo.

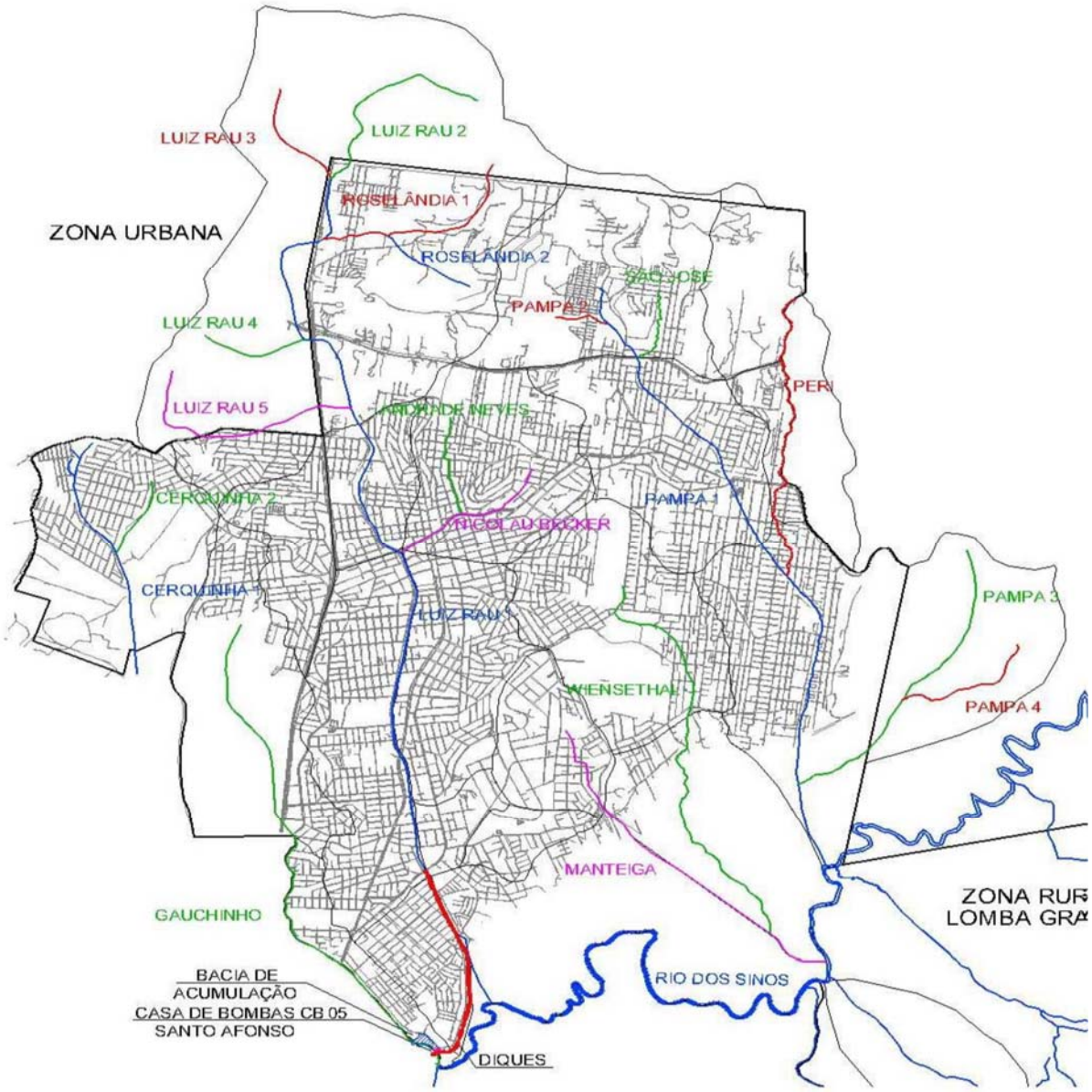


Figura 72 - Canais de macrodrenagem de Novo Hamburgo
(Fonte: PMSB,2014)

4.3.11 Micro e Macrodrenagem de Parobé

O PMSB do município informa que a Prefeitura Municipal não dispõe de cadastro topográfico e estrutural da rede de microdrenagem.

São relatados no documento problemas pontuais de alagamentos ao longo do Rio Paranhana, em especial no bairro Cardoso. Como medidas preventivas para a solução de alagamentos na área urbana, o PMSB propõe a elaboração de projeto e execução de obras do sistema de microdrenagem.

O documento, sem muitos detalhamentos, nem informações complementares ou mapas anexos de referência não permite que se estabeleça sequer um valor aproximado da extensão de tais redes.

Conforme apresentado na Figura 73 o sistema de macrodrenagem de Parobé é composto por dez canais, os quais totalizam aproximadamente 97 Km de redes. Os maiores canais são o do Rio dos Sinos com 36 Km e o do Rio Paranhana com 21 Km.

O canal que de forma direta recebe as contribuições da área urbana, é o canal Fechado, que conta com 4 Km. Os demais canais estão situados na zona rural do município.

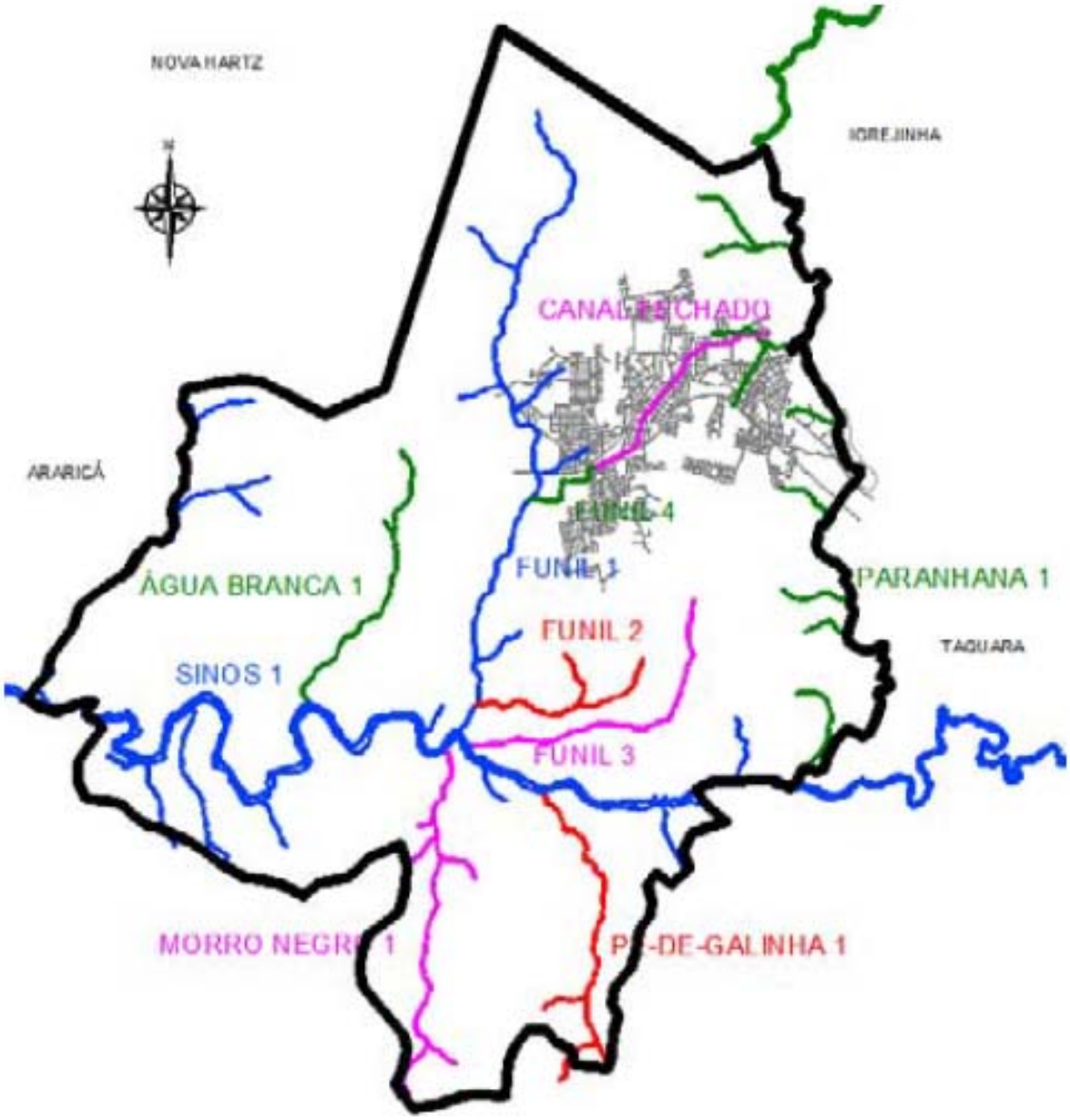


Figura 73 - Canais de macrodrenagem de Parobé
(Fonte: PMSB,2014)

Cabe destacar que o PMSB, de Parobé, apresenta uma estruturação diferenciada de tópicos quando comparado com os demais planos da bacia, carecendo de informações especificas quanto ao sistema de drenagem urbana do município.

Na análise do documento, pode-se verificar que o PMSB de Parobé, de maneira pontual, apresenta as seguintes constatações quanto ao sistema de macrodrenagem urbana do município:

- Ausência de cadastro topográfico e estrutural da rede de macrodrenagem;
- Carência de obtenção de informações atualizadas e em tempo adequado sobre o sistema de macrodrenagem existente;
- Desconhecimento do volume de sedimentos e sua frequência nos canais de macrodrenagem;
- Assoreamento dos canais de macrodrenagem com sedimentos, areia e lodo;
- Problemas estruturais e de revestimento dos canais de macrodrenagem, com consequentes processos erosivos e de deslizamentos.

4.3.12 Micro e Macrodrenagem de Portão

Com relação ao sistema de microdrenagem urbana do município de Portão, o PMSB registra que as características geográfica e geomorfológica no município, associadas a crescente impermeabilização do solo e declividades moderadas, favorecem o escoamento rápido das águas superficiais em direção aos pontos mais baixos, sendo que nessas áreas identificam-se de forma mais pontual os problemas de alagamento, em função da carência de um sistema microdrenagem.

Como em outros municípios, a ocupação urbana sem o devido planejamento em termos de rede de microdrenagem nas regiões mais baixas, potencializa os problemas de acúmulo de águas pluviais.

Um aspecto que se destaca em Portão, haja vista não ter sido identificado nos relatos de campo de outros municípios vizinhos, é que facilmente se identifica a presença de efluentes cloacais não tratados lançados na rede pluvial, quando se percorre a cidade, seja pelo odor característico, ou visualmente.

A Prefeitura Municipal não dispõe de cadastro do sistema de drenagem, mas segundo o PMSB, pode-se afirmar que todas as vias pavimentadas dispõem de rede de drenagem, o que corresponde a 98% do sistema viário.

Ou seja, ao considerar-se 231 km de vias pavimentadas, estima-se que a rede de microdrenagem possua uma extensão de 345 km.

Com relação ao sistema de macrodrenagem de Portão, o PMSB destaca dois pontos que devem ser considerados de forma especifica, pois são declaradamente causas de inundações na região:

- Problemas de assoreamento nos cursos d´água que drenam a zona urbana;
- Necessidade de redimensionamento de algumas passagens da RS-240 para suprir a vazão de pico de precipitações intensas.

A Prefeitura Municipal não dispõe de um cadastro topográfico das redes de macrodrenagem e a dinâmica de crescimento da cidade indica a necessidade constante de intervenções de manutenção, seja para reparos ou desassoreamento, obras e ampliações de canais e travessias.

O PMSB destaca que durante as vistorias realizadas em Dez/2013, constatou-se a presença de sedimentos e resíduos sólidos depositados nos canais, seja no fundo ou nas margens.

Também identificou ainda o 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.

A Figura 74 apresenta as redes de macrodrenagem no município de Portão, onde identificam-se 36 canais de macrodrenagem, os quais totalizam uma extensão de 144,5 km de redes.

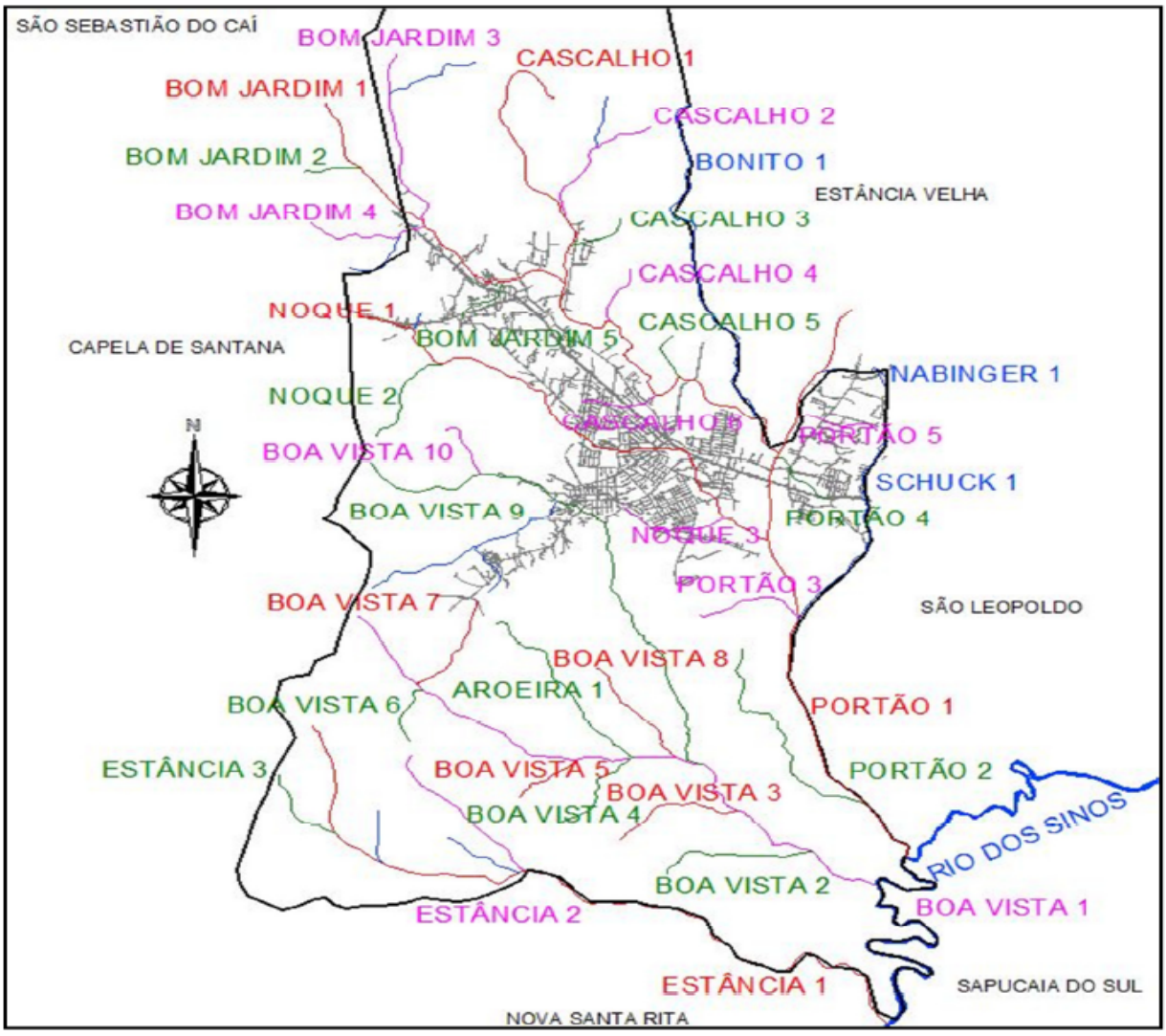


Figura 74 - Canais de macrodrenagem de Portão
(Fonte: PMSB,2014)

Os principais cursos d'agua de Portão são o Rio dos Sinos, o Arroio Boa Vista, Arroio da Estância, Arroio Portão, Arroio Aroeira, Arroio Cascalho, Arroio Bonito, Sanga do Schuck, Arroio Bom Jardim, Arroio Noque e o Arroio Nabinger.

Cabe destacar ainda que algumas bacias (nº 1 e nº 3) tem respectivamente seu escoamento para os municípios vizinhos de São Sebastião do Caí e Nova Santa Rita.

4.3.13 Micro e Macrodrenagem de Riozinho

Como em outros municípios do Médio e Alto Sinos, em Riozinho, torna-se evidente que os maiores problemas relacionados à drenagem das águas pluviais, estão ligados as altas declividades do relevo, característico da encosta da serra.

O PMSB afirma que as enxurradas associadas a ocorrência de erosão e eventuais deslizamentos são os problemas mais significativos no município.

As águas de escoamento superficial desenvolvem velocidades significativas ao longo dos arroios que cruzam todo o município, potencializadas principalmente pelas altas declividades dos trechos de montante.

Em Riozinho a Prefeitura Municipal também não dispõe de cadastro do sistema de drenagem, mas o PMSB afirma que todas as vias pavimentadas (em torno de 25 km) dispõem de rede de drenagem, que abrangem cerca de 90 % da área urbana.

Dessa forma, estima-se uma extensão aproximada de 37 km de redes de microdrenagem. O PMSB identifica ainda outros problemas pontuais de deficiência de microdrenagem na área urbana.

Riozinho é banhado pelo Rio Rolante na porção noroeste, divisa com São Francisco de Paula e Rolante. A zona urbana é cortada pelo Arroio Riozinho na porção central.

Como principais cursos d'agua que drenam as águas superficiais tem-se o Rio Rolante, o Arroio Chuvisqueiro, o Arroio Palmito, Arroio do Tigre, Arroio Linha Sete e o Arroio Riozinho.

No trecho mais urbanizado, no centro da cidade, o Arroio Riozinho apresenta-se antropizado, seja pela alteração da seção natural de escoamento, ou ainda pela presença de ocupação urbana nas APP.

A Prefeitura Municipal não dispõe de cadastro do sistema de macrodrenagem, que é composto principalmente pelo Arroio Riozinho, cujas características naturais, como dito anteriormente, se encontram-se alteradas.

O PMSB durante as vistorias realizadas em Nov/2013, constatou a presença de sedimentos e resíduos sólidos depositados nos canais seja no fundo ou nas margens, principalmente nos canais em seção mista.

Identificou-se ainda o crescimento de vegetação arbustiva e arbórea em canais não revestidos e principalmente em taludes, o que compromete o livre escoamento das águas, pela redução da seção hidráulica.

Conforme apresentado na Figura 75 o sistema de macrodrenagem de Riozinho é composto por 15 canais, os quais totalizam 229 km de redes.

Os maiores canais são os canais do Rio Rolante 1, Chuvisqueirinho 1 e 2 e Tigre 1, todos com mais de 30 km de extensão.

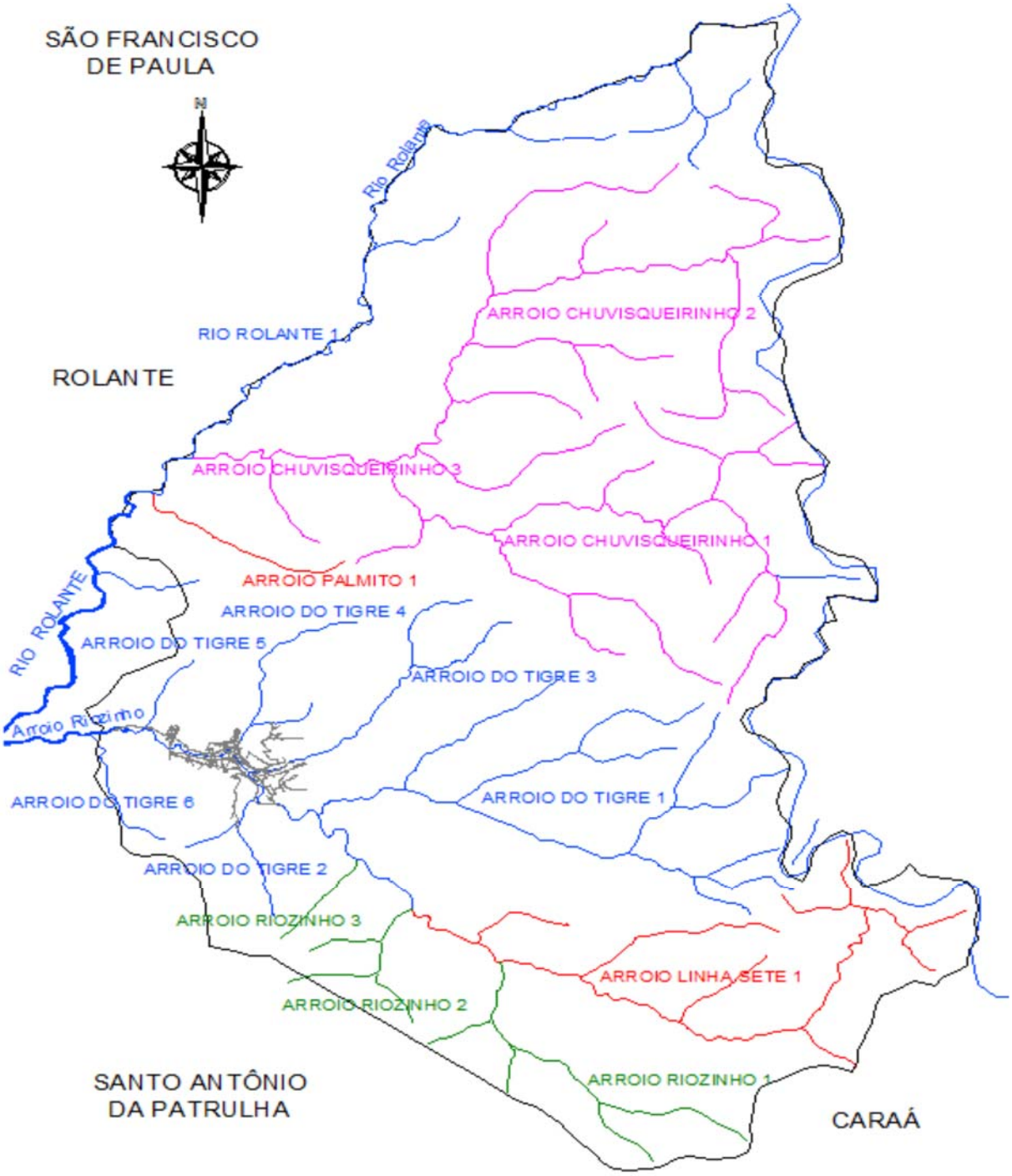


Figura 76 - Canais de macrodrenagem de Riozinho/RS
(Fonte: PMSB,2014)

4.3.14 Micro e Macrodrenagem de Rolante

Uma particularidade a ser considerada na avaliação das inundações dentro da urbana de Rolante, é o fato de que os arroios Rolante e Rolantinho da Areia convergem para dentro do centro urbano do município, configurando uma situação de risco em termos de ocorrência de inundações.

A transição da componente relevo e declividade do fundo dos cursos d'água agrega maior relevância a este fato, haja vista aumento de risco de enxurradas, erosão e inundações.

A principal deficiência do sistema natural de drenagem do município é a falta de capacidade de escoamento das águas provenientes das enxurradas dos arroios citados anteriormente, as quais atingem velocidades significativas.

No trecho que atravessa a área urbanizada do município ocorrem problemas frequentes de inundações em áreas pontuais, com carência de sistemas de microdrenagem, associados à ocorrência de erosão e desgaste dos trechos revestidos, como consequência das velocidades elevadas atingidas pelas águas de escoamento superficial.

O PMSB registra as áreas do município onde observam-se problemas de inundações temporárias, em função de obstrução de galerias e pontes por resíduos sólidos, sub-dimensionamento da rede de drenagem ou ainda pela retenção das águas nas regiões mais planas, comumente sujeitas às inundações sazonais.

O documento afirma ainda que embora a Prefeitura Municipal não disponha de cadastro do sistema de drenagem, todas as vias pavimentadas (em torno de 91 km) dispõem de rede de drenagem, o que abrange 98% da área urbana, ou seja, tem-se aproximados 147 km de redes de microdrenagem.

Os problemas pontuais de deficiência no sistema de microdrenagem de Rolante, tem, segundo o PMSB, suas causas nos processos de implantação de redes sem o devido dimensionamento, assoreamento, carência de redes, entre outras.

O Município de Rolante está localizado na zona de transição entre as áreas mais inclinadas da encosta da serra e as áreas mais planas na Bacia do Rio dos Sinos.

O município apresenta significativa densidade de cursos d'água, em sua maioria localizados na borda da encosta da serra.

Entre os principais cursos d'água destacam-se: Rio Rolante, Arroio Rolantinho, Arroio Açoita Cavalo, Arroio Riozinho, Arroio da Ilha, Arroio Rolantinho da Areia, Arroio Boa Esperança, Arroio Caconde, Sanga Schefler, Arroio Cedro, Arroio Catavento, Arroio da Água Branca, Arroio da Sperb, Arroio da João Bohmann e Arroio da Areia.

Todos os cursos d'água têm suas nascentes, em sua maioria, localizadas na encosta da serra e correm em direção oeste até formar o Rio dos Sinos.

Os Arroios que cruzam a área urbanizada de Rolante apresentam-se alterados em suas condições naturais, seja pela alteração do traçado ou pela construção de travessias e revestimento de alguns trechos.

Observa-se que alguns desses cursos d'água que atravessam a área de Rolante recebem contribuição externa, quais sejam:

- Sub-bacia do Rio Rolante: que recebe contribuição do município de São Francisco de Paula e Riozinho;
- Sub-bacia do Rio da Ilha: que recebe contribuição do município de São Francisco de Paula; e
- Sub-bacia do Arroio Rolantinho: que recebe contribuição do município de Santo Antônio da Patrulha.

A Prefeitura Municipal não dispõe de cadastro do sistema de macrodrenagem, que é composto principalmente pelo Rio Rolante e Arroio Rolantinho da Areia, cujas características naturais encontram-se alteradas, por cruzarem a sede municipal.

Conforme apresentado na Figura 75, o sistema de macrodrenagem de Rolante é composto por 15 canais, os quais totalizam 83,8 km de redes. Os maiores canais são o canal Rolante 1 com 40,5 km e canal Areia 1 com 19,3 km.

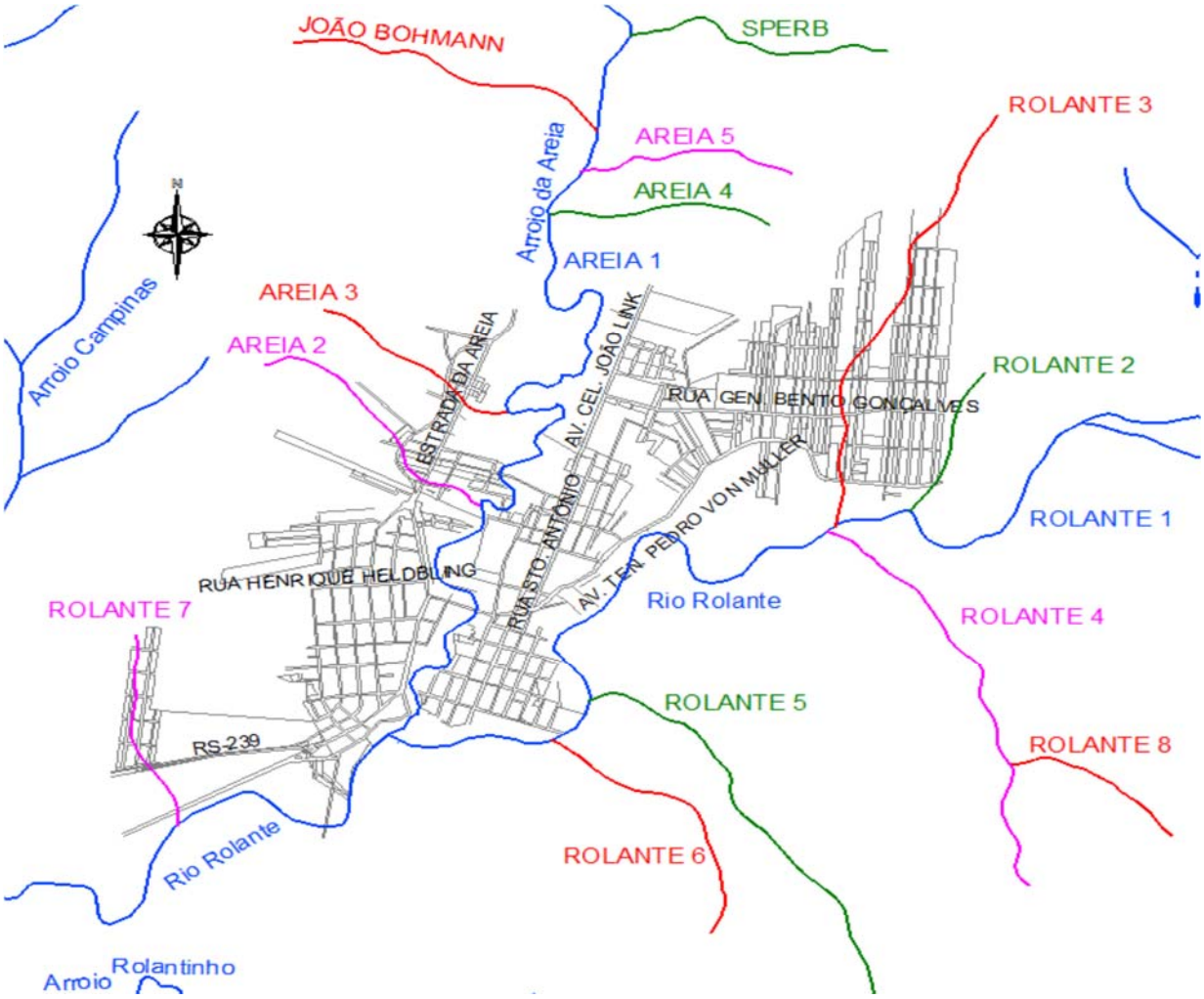


Figura 75 - Canais de macrodrenagem de Rolante (Fonte: PMSB,2014)

O PMSB identifica cinco assentamentos críticos na região da bacia de Rolante, áreas ocupadas irregularmente e localizadas em áreas urbanas e rurais.

O PMSB afirma que provavelmente por carência de espaço, a cobertura vegetal ao longo das margens dos cursos d'água, e a mata ciliar foram degradadas, sendo preservada em alguns trechos com vegetação de médio porte.

Conforme informações obtidas junto a Prefeitura Municipal, observam-se problemas de inundações temporárias, seja devido a obstrução de galerias e pontes por resíduos sólidos, ou mesmo pelo subdimensionamento da rede.

Durante a vistoria realizada em Out/2013 constatou-se a presença de sedimentos e resíduos sólidos depositados nos canais, seja no fundo ou nas margens, principalmente nos canais em seção mista.

Identificou-se ainda o 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.

4.3.15 Micro e Macrodrenagem de São Leopoldo

A drenagem urbana no município de São Leopoldo, tem um órgão específico como gestor, que é a Coordenadoria de Drenagem Urbana (CDU) do Serviço Municipal de Água e Esgotos (SEMAE), cujo organograma é destacado na Figura 76.

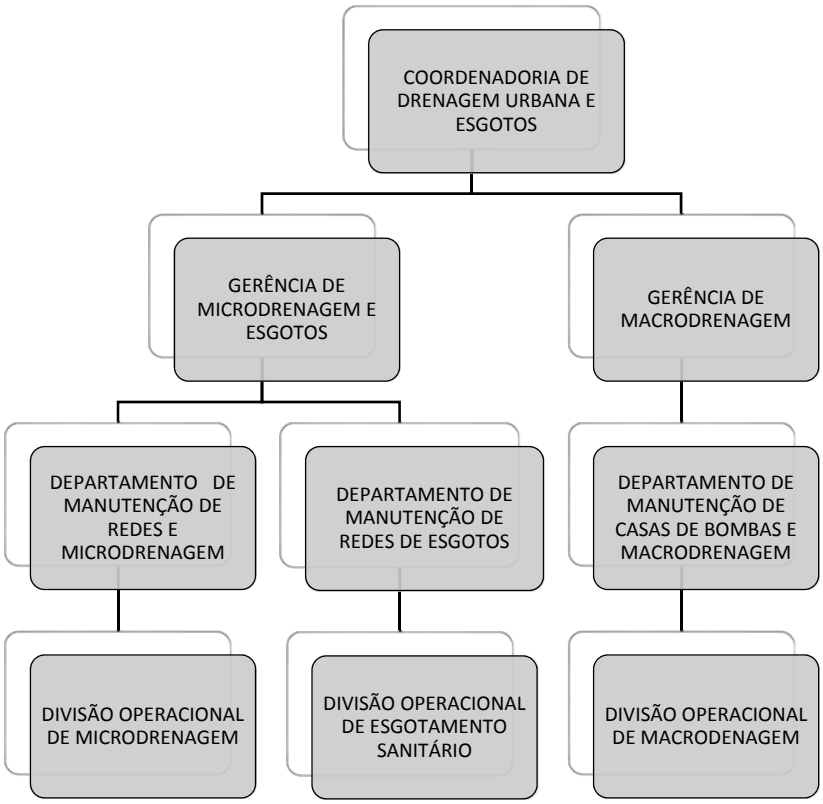


Figura 76 - Organograma da CDU de São Leopoldo (Fonte: PMSB, 2014)

O PMSB indica que de acordo com as informações obtidas no Plano Diretor de Saneamento de São Leopoldo, elaborado no ano de 1996, o sistema de microdrenagem existente era de 422 km na área urbana, não sendo, no entanto, informado a quantidade atual de redes de microdrenagem existente, ou mesmo percentuais de área urbana atendida pelo sistema de drenagem.

Cabe destacar que, de acordo com o mapa das vias pavimentadas do município, tem-se 678 km de vias pavimentas e 8,5 km de vias não pavimentadas, totalizando 686,5 km de vias, as quais deveriam estar sendo atendidas por um sistema de drenagem, no entanto, o documento não confirma a existência ou não de redes nessas vias.

Considerando-se o mapa apresentado no PMSB da localização das redes de microdrenagem no município, pode-se afirmar que muitas das vias urbanas, não dispõe de redes de micro, e isso é notório em praticamente todos os bairros da área urbana.

Se considerar-se que o valor levantado em 1996 se manteve constante, o percentual de cobertura do sistema de microdrenagem na área urbana seria inferior a 50%.

O PMSB destaca que as principais causas da perda de qualidade dos recursos hídricos tem sido o lançamento de esgotos sanitários sem o devido tratamento, bem como de resíduos sólidos de fontes pontuais ou difusas, que comprometem ainda a capacidade de escoamento das redes de drenagem implantada, pela obstrução e assoreamento.

O PMSB identifica 27 pontos críticos quanto a ocorrência de inundações, o que denota uma necessidade urgente de medidas de planejamento, execução e implementação de soluções estruturais e não estruturais para a questão da drenagem urbana no município.

Com relação à macrodrenagem, salienta-se que esquematicamente, São Leopoldo configura-se como um vale onde, bacias localizadas nas porções norte e sul do município drenam suas águas em direção ao Rio dos Sinos através do seu eixo central.

Observa-se que alguns cursos d'água que atravessam a área de São Leopoldo recebem contribuição externa, quais sejam:

- Sub-bacia do Arroio Gauchinho: que recebe contribuição do município de Novo Hamburgo;
- Sub-bacia do Arroio da Cerquinha: que recebe contribuição dos municípios de Novo Hamburgo e Estância Velha;
- Sub-bacia do Arroio Bopp: que recebe contribuição do município de Portão; e ainda
- Sub-bacia do Arroio Peão: que recebe contribuição do município de Novo Hamburgo.

A Prefeitura Municipal não dispõe de um cadastro topográfico das redes de macrodrenagem e a dinâmica de crescimento da cidade indica a necessidade constante de intervenções de manutenção, operação do sistema de proteção contra cheias, desassoreamento, obras e ampliações de travessias e canais.

Nas vistorias realizadas em Ago/2013 constatou-se a presença de sedimentos e resíduos sólidos depositados nos canais, seja no fundo ou nas margens, bem como identificou-se ainda o crescimento de vegetação arbustiva e arbórea em canais não revestidos e principalmente em taludes, o que compromete o livre escoamento das águas.

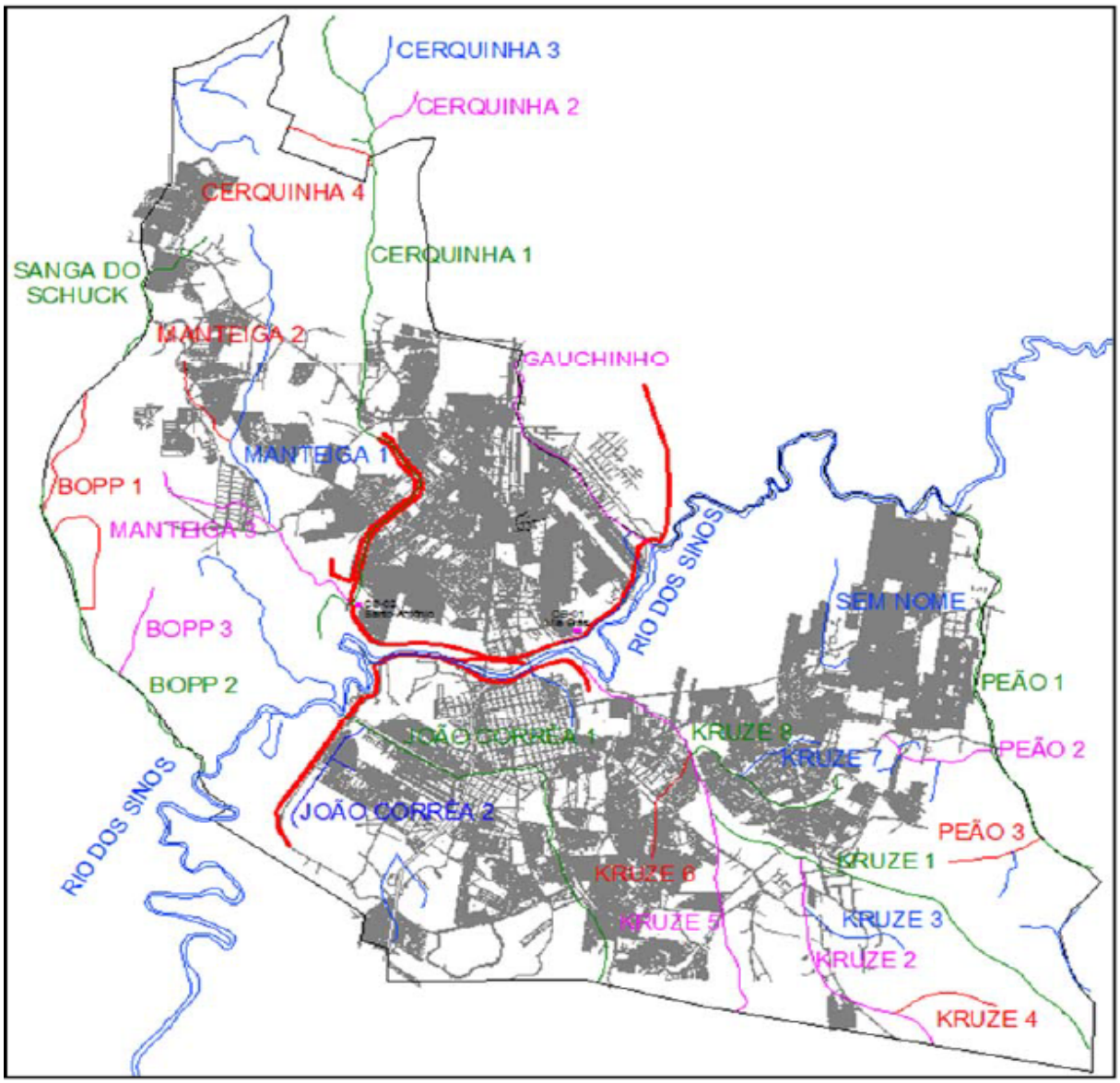


Figura 77 - Canais de macrodrenagem de São Leopoldo
(Fonte: PMSB,2014)

Conforme apresentado na Figura 77, o sistema de macrodrenagem de São Leopoldo é composto por 23 canais, os quais totalizam 72,43 km de redes. O maior canal é o canal Cerquinha 1 com 10,51 km de extensão.

Destaca-se, ainda, a importância operacional da área onde está implantado o Sistema de Proteção Contra Cheias – SPCC. O pleno funcionamento desse sistema exige continuada atenção e serviços de manutenção, haja vista necessidade de que o conjunto formado pelos canais internos coletores, a casa de bombas e comportas possam funcionar quando necessário.

4.3.16 Micro e Macrodrenagem de Sapiranga

Como em outros municípios da bacia do Rio dos Sinos, na área urbanizada de Sapiranga, identificam-se principalmente problemas pontuais de carência de microdrenagem, os quais estão associados à ocorrência de erosão e desgaste das galerias de drenagem, como consequência das velocidades elevadas atingidas pelas águas de escoamento superficial.

De acordo com o PMSB, a Prefeitura Municipal de Sapiranga não dispõe de levantamento com a extensão e diâmetro das redes de microdrenagem existentes, porém estima-se que a totalidade da zona urbana seja atendida com rede de microdrenagem, ou seja 100%.

No entanto, o documento registra ainda a identificação de pontos críticos a serem atendidos em termos de funcionamento do sistema.

O PMSB afirma que não há disponibilidade de cadastro topográfico das redes de drenagem e a dinâmica de crescimento da cidade indica a presença constante de obras e ampliações de travessias e canais que compõem o sistema.

Segundo a Prefeitura Municipal, através do Departamento de Meio Ambiente (DMA), o PMSB de Sapiranga, está passando por revisões pela Secretaria de Planejamento do município.

Sapiranga está localizada na interface norte do Rio dos Sinos e recebe contribuições hídricas de municípios vizinhos como Araricá, Taquara e Novo Hamburgo pela Bacia do Rio dos Sinos e dos municípios de Santa Maria do Herval e Morro Reuter pela Bacia Hidrográfica do Rio Caí.

Os principais cursos d'água que drenam as águas superficiais da zona urbana de Sapiranga são: Arroio Sapiranga, Arroio Centenário, Arroio Teotônio Vilela, Arroio Cruzeiro do Sul, Arroio São Luiz e Arroio Bambu.

A parcela do município localizada na Bacia do Rio Jacuí, ao norte, caracteriza-se por ocupação essencialmente rural e com declividades acentuadas em direção aos cursos d'água.

O restante do município, na Bacia do Rio dos Sinos apresenta significativa impermeabilização do solo, na área urbanizada e ocupação rural mais ao sul a medida que se aproxima do rio.

Nestas áreas mais planas junto ao rio, o terreno de várzea se caracteriza pela ocorrência sazonal de inundações naturais limitando os usos do solo.

A Prefeitura Municipal não dispõe de um cadastro topográfico das redes de macrodrenagem e a dinâmica de crescimento da cidade indica a presença constante de obras e ampliações de travessias e canais que compõem o sistema de drenagem.

Conforme apresentado na Figura 78, o sistema de macrodrenagem de Sapiranga é composto por 22 canais, os quais totalizam 54,01 km de redes.

O maior canal do sistema é o canal Sapiranga 1 com 14,08 km de extensão.

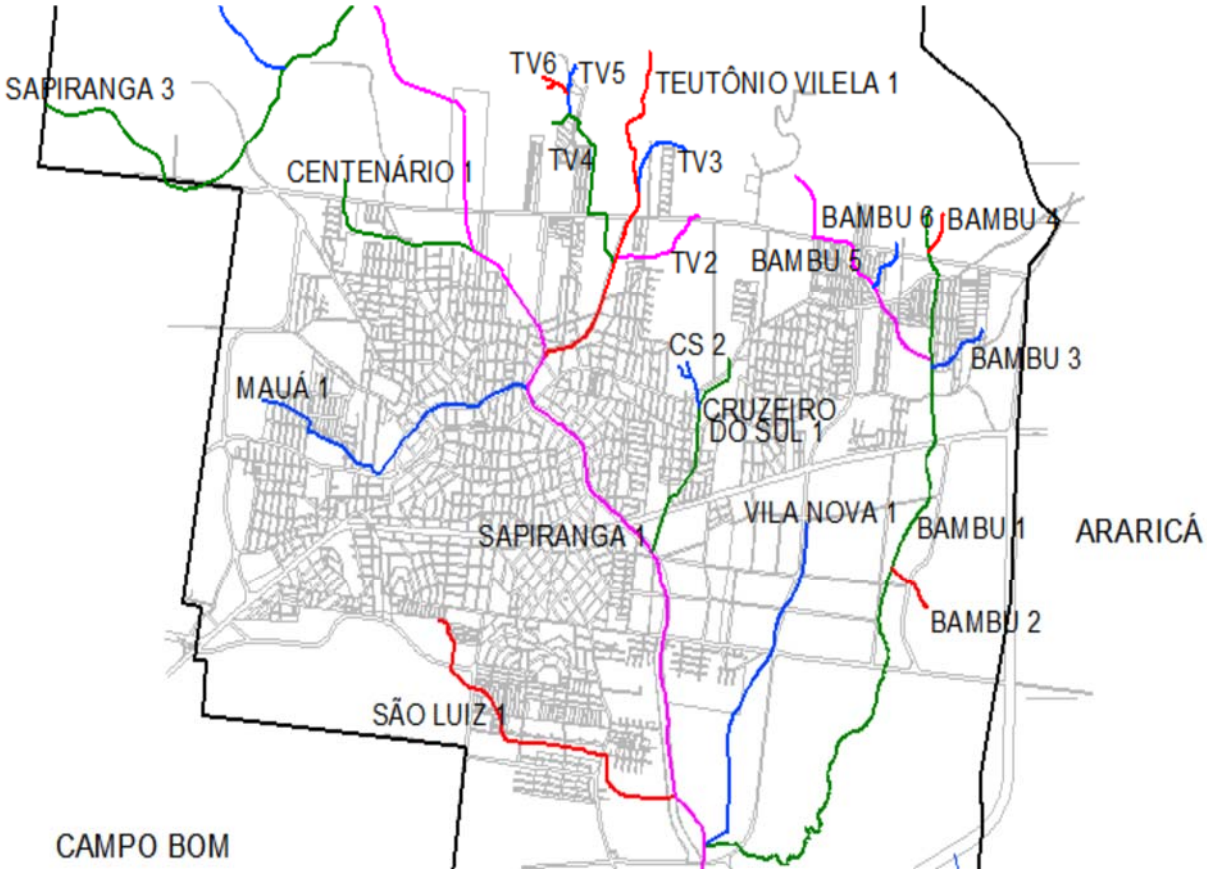


Figura 78 - Canais de macrodrenagem de Sapiranga
(Fonte: PMSB,2014)

O PMSB em suas vistorias realizadas em Ago/2013 constatou a presença de sedimentos e resíduos sólidos depositados nos canais, seja no fundo ou nas margens, principalmente nos canais em seção mista.

Identificou-se ainda o crescimento de vegetação arbustiva e arbórea em canais não revestidos e principalmente em taludes, o que compromete o livre escoamento das águas.

4.3.17 Micro e Macrodrenagem de Sapucaia do Sul

Com relação a drenagem urbana, o PMSB registra edificações localizadas em APP, com problemas pontuais de carência de microdrenagem, em outros locais, observam-se problemas de inundações temporárias, seja devido a obstrução de rede tubular, galerias e pontes por resíduos sólidos, ou mesmo pelo subdimensionamento das redes de drenagem urbana.

Nas áreas contíguas ao Rio dos Sinos, identificam-se porções mais planas, caracterizadas pela retenção das águas e sujeitas às inundações sazonais.

Embora a Prefeitura Municipal não disponha de cadastro do sistema de drenagem, pode-se afirmar que todas as vias pavimentadas dispõem de rede de drenagem, que abrangem cerca de 97 % da área urbana, ou seja, considerando as vias pavimentadas (363 km de extensão), estima-se em torno de 543 km de redes de microdrenagem.

Sapucaia do Sul configura-se esquematicamente como um plano inclinado de leste para oeste em direção ao Rio dos Sinos, no terço médio inferior.

Alguns cursos d'água lançam suas águas superficiais em outros municípios, quais sejam:

- Córrego dos Cassel e Córrego do Apolinário: afluentes do Arroio Kruse, a montante de São Leopoldo;
- Arroio Moinho, Arroio Boa Vista e Arroio Esteio: afluentes do Arroio Sapucaia, a montante de Canoas e Esteio.

Conforme apresentado na Figura 79, o sistema de macrodrenagem de Sapucaia do Sul é composto por 20 canais, os quais totalizam 44,43 km de redes.

São identificados no mapa de localização das redes de macrodrenagem, no canal São Jorge 1, duas bacias de retenção, a primeira com seção de controle de 1 x DN 1000 (mm) e a segunda com seção de controle de 2 x DN 1200 (mm).

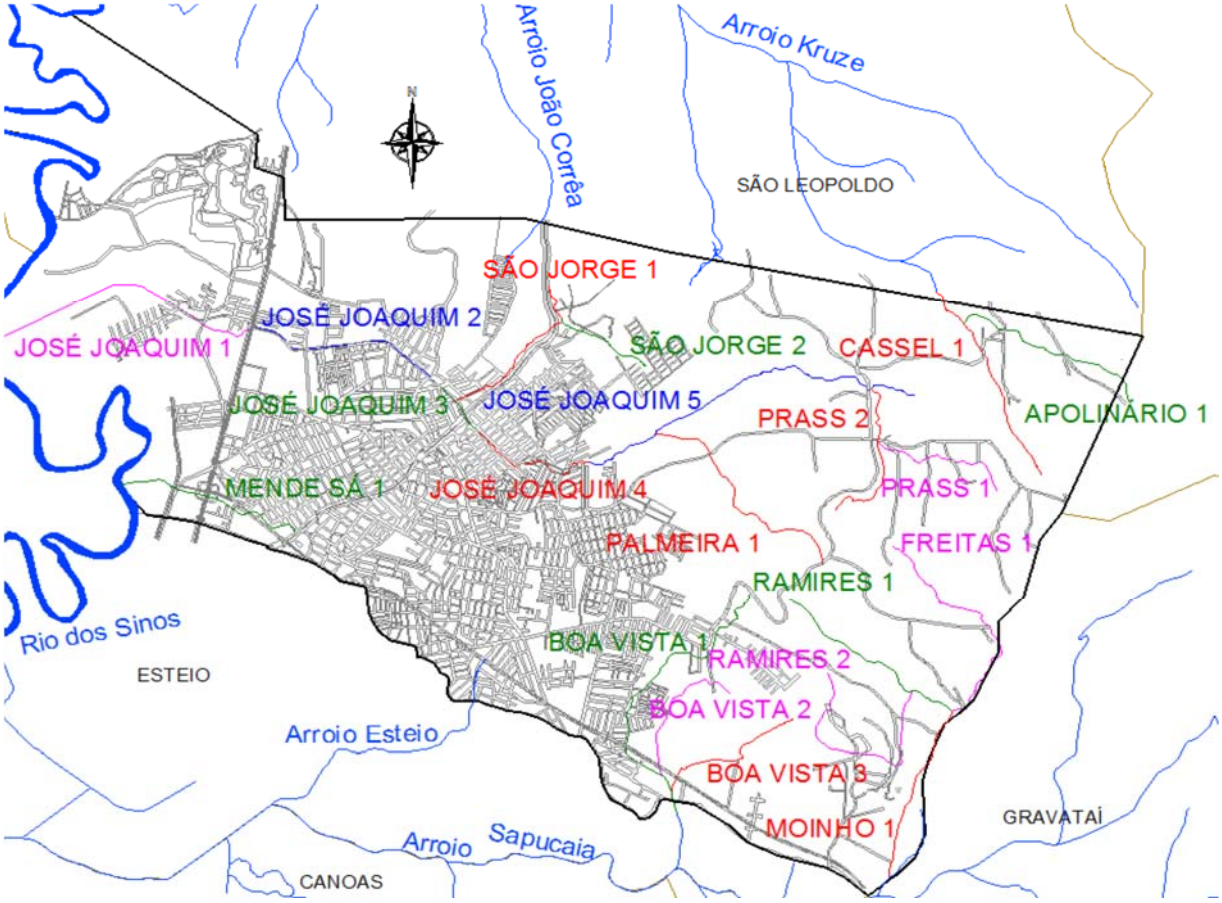


Figura 79 - Canais de macrodrenagem de Sapucaia do Sul (Fonte: PMSB,2014)

Em muitos casos identificam-se edificações localizadas em APP, com problemas pontuais de carência de micro e macrodrenagem, associados à ocorrência de erosão e desgaste dos trechos revestidos, como consequência das velocidades elevadas atingidas pelas águas de escoamento superficial, como no Arroio José Joaquim.

Na parcela do município localizada mais a leste, onde as declividades são mais acentuadas, existe maior probabilidade de ocorrência de fenômenos erosivos, devido às altas velocidades alcançadas pelas águas de escoamento superficial.

No terço médio do Arroio José Joaquim, que atravessa os Bairros Freitas e Vargas, foram identificados pelo corpo técnico da Prefeitura Municipal, locais propensos à erosão.

A Prefeitura Municipal não dispõe de um cadastro topográfico das redes de drenagem e a dinâmica de crescimento da cidade indica a presença constante de obras e ampliações de travessias e canais que compõem o sistema.

Foram identificadas obras recentes junto a canal do Arroio José Joaquim. Identificou-se ainda o crescimento de vegetação arbustiva e arbórea em canais não revestidos e principalmente em taludes, o que compromete o livre escoamento das águas.

4.3.18 Micro e Macrodrenagem de Taquara

O Plano Municipal de Saneamento Básico de Taquara foi iniciado somente em 2016 e ainda não tinha sido concluído no fechamento do presente relatório.

O documento final deverá ser aprovado em audiência pública, e, após, apreciado pelos órgãos municipais, ser aprovado pela câmara de vereadores.

Participam da elaboração do PMSB de Taquara, as secretarias distritais, da Câmara Municipal de Vereadores, das associações de bairro, da Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do RS – AGERGS, da CORSAN e de conselhos municipais.

4.3.19 Microdrenagem de Três Coroas

No sistema de drenagem urbana de Três Coroas, destaca a questão da topografia do terreno da área urbana com consideráveis diferenças de cotas, o que aumenta a velocidade de escoamento, que tem como direção a área urbanizada do município, e desta para jusante diretamente no município de Igrejinha.

As cotas da área urbana, com elevações entre 40 e 100 m, recebem contribuições de áreas bem mais altas, com elevações acima dos 500 m.

A área urbana se desenvolveu as margens do rio e o processo de urbanização impermeabilizou áreas anteriormente alagáveis, aumentando o volume do escoamento superficial e consequentemente o volume de água direcionado à calha do rio.

As consequências são as frequentes inundações em alguns pontos da cidade. Por se tratarem de terrenos de declividades, altas e moderadas identificam-se problemas de inundações e prejuízos decorrentes de enxurradas, principalmente pelos efeitos gerados pelas altas velocidades alcançadas pelo escoamento superficial.

O PMSB, afirma que embora a Prefeitura Municipal não disponha de cadastro do sistema de drenagem, todas as vias pavimentadas que abrangem cerca de 95% da área urbana dispõem de rede de drenagem. Considerando-se uma extensão de 117 km de vias pavimentadas, estima-se uma extensão aproximada de 175 km para a rede de microdrenagem.

O munícipio de Três Coroas recebe contribuições hídricas diretas ao norte, dos municípios de São Francisco de Paula, Canela e Gramado através do Rio Paranhana. O referido rio é descarregado a jusante diretamente no município de Igrejinha. A descarga no afluente do Rio Cai, se dá diretamente no município de Santa Maria do Herval, a oeste de Três Coroas.

Entre os principais cursos d'água presentes no município, destacam-se: Arroio José Velho, Arroio Laranjeira, Arroio Lavrado, Arroio Angabeí, Arroio Caboclo e o Rio Paranhana.

O relevo íngreme das encostas da serra condiciona o escoamento superficial em altas velocidades, que associado à configuração de convergência dos cursos d'água para um mesmo ponto (Rio Paranhana), no centro da cidade, gera um fator de agravamento em termos de ocorrência de inundações.

A área urbana do município está localizada em fundo de vale o que propicia conflitos de uso em áreas próximas ao rio e afluentes, influenciando diretamente nos casos de enxurradas e erosões.

A Prefeitura Municipal não dispõe de cadastro do sistema de macrodrenagem, que é composto principalmente pelo próprio Rio Paranhana e seus afluentes na área urbana, cujas características naturais encontram-se alteradas.

A extensão total dos cursos d'água que compõem a macrodrenagem de Três Coroas, incluindo zona rural e urbana alcança cerca de 116 km.

Durante vistoria realizada em Dez/2013 constatou-se a presença de sedimentos e resíduos sólidos depositados nos canais, seja no fundo ou nas margens, principalmente nos canais em seção mista.

Também se identificou ainda o 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.

A Figura 80 mostra o mapa de localização das redes de macrodrenagem de Três Coroas. Observa-se que o sistema é composto de 30 canais com uma extensão de 121 km de redes.

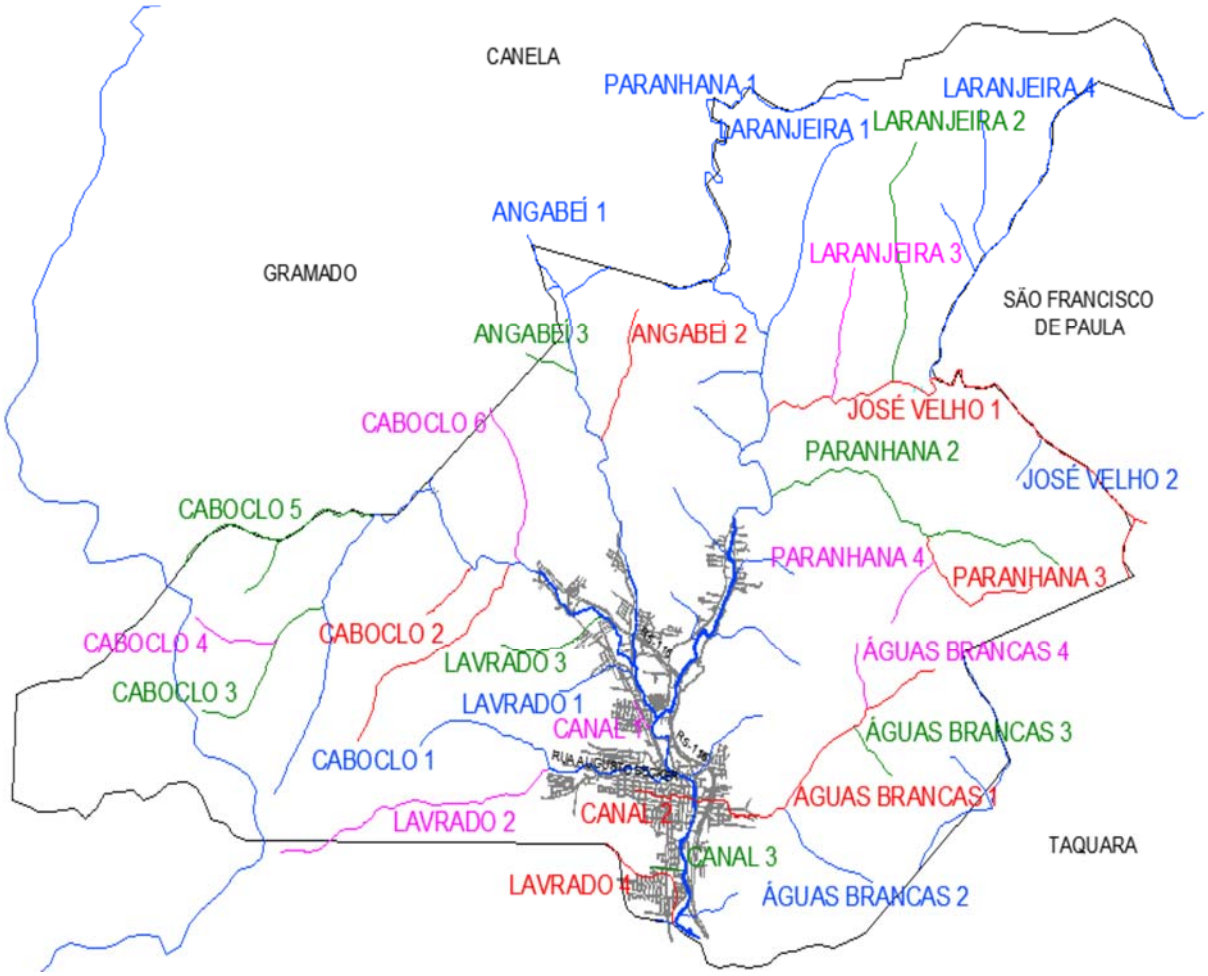


Figura 80 - Canais de macrodrenagem de Três Coroas
(Fonte: PMSB,2014)

4.4 Sistema de Proteção Contra Cheias - SPCC

Os municípios de Novo Hamburgo, São Leopoldo, Canoas e Cachoeirinha possuem áreas urbanizadas, localizadas sobre zonas de inundação sazonal dos rios dos Sinos e Gravataí. Os projetos de sistemas de proteção contra cheias – SPCC, datam da década de 1960 e foram elaborados pelo extinto DNOS – Departamento Nacional de Obras de Saneamento.

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.

Sobre os SPCC um recente estudo denominado de “Riscos Associados ao Sistema de Controle de Enchentes no Vale do Rio dos Sinos” (Penteado, et ali/2012), aponta através do “Manual de Operação e Manutenção do Sistema de Proteção” os seguintes cuidados:

- Necessidade de conservação dos diques de terra e canais de macrodrenagem;
- Enleivamento dos taludes do maciço das bermas deve ser mantido raso e homogêneo;
- Retirada da vegetação arbustiva alta em desenvolvimento;
- Manutenção contínua das erosões;
- Permissão de tráfego de veículos de pequeno porte sobre os diques;
- Proibição de ocupação urbana sobre os maciços e nas bermas de equilíbrio dos diques;

O documento identifica ainda a dificuldade de realização de manutenção das valas de macrodrenagem, pois em alguns trechos a existência de residências impede a dragagem. Quanto aos demais municípios que contemplam a Bacia e são objeto do estudo, os mesmos não tem sistemas de proteção contra cheias.

4.4.1 SPCC de Canoas

O Plano Municipal de Saneamento Básico de Canoas – PLAMSAB/PMC (2013), quanto às cheias relacionadas à Bacia do Rio dos Sinos, afirma que existem duas importantes áreas consideradas inundáveis em Canoas:

- A Várzea do Rio dos Sinos: terras planas localizadas na porção oeste do município, atingindo cotas máximas próximo de 3,5 m, devido ao extravasamento do Rio dos Sinos com a contribuição do Arroio Sapucaia;
- O Banhado Grande: localizado à sudoeste de Canoas, no Delta do Rio Jacuí, limitado pelos diques dos Bairros Rio Branco e Mathias Velho e pelo Arroio das Garças e Ilha das Garças na porção oeste do Município.

O PLAMSAB de Canoas, considera o município como vulnerável aos eventos de cheias provocadas pelas precipitações de grande intensidade e longa duração que ocorrem nas bacias dos rios dos Sinos e Gravataí.

Em virtude dessa peculiaridade, foi realizada uma pesquisa histórica sobre as inundações ocorridas na região, com o objetivo de identificar as cotas máximas observadas e as suas respectivas frequências.

Conforme trabalho desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas – IPH da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para a elaboração do Plano de Drenagem de Porto Alegre em Mar/2002, observa-se que as cheias das áreas ribeirinhas ocorrem devido às flutuações dos níveis do sistema Guaíba / Jacuí.

Conforme o estudo supramencionado, o nível médio de enchentes constatado, foi de 2,03 m, pouco acima da linha de 2,0 m.

Comparando-se as cheias do Rio dos Sinos com a enchente de 1941, pode-se observar que esta, foi muito maior que as demais, representando um valor muito elevado no período, provavelmente o seu tempo de retorno superior aos 100 anos e, segundo estudo, na ocasião do projeto do Muro da Mauá, o DNOS estimou a recorrência da enchente de 1941, como sendo de aproximadamente 370 anos.

Analisando-se a Figura 81, dos níveis máximos de inundação entre os anos de 1899 à 1995, observa-se que pelo menos mais três enchentes ocorreram com cota superior a 3,0 m até 1967, porém todas inferiores a cota 3,50 m.

Depois desta data as enchentes ficaram abaixo deste valor, oscilando numa faixa mais estreita de níveis.

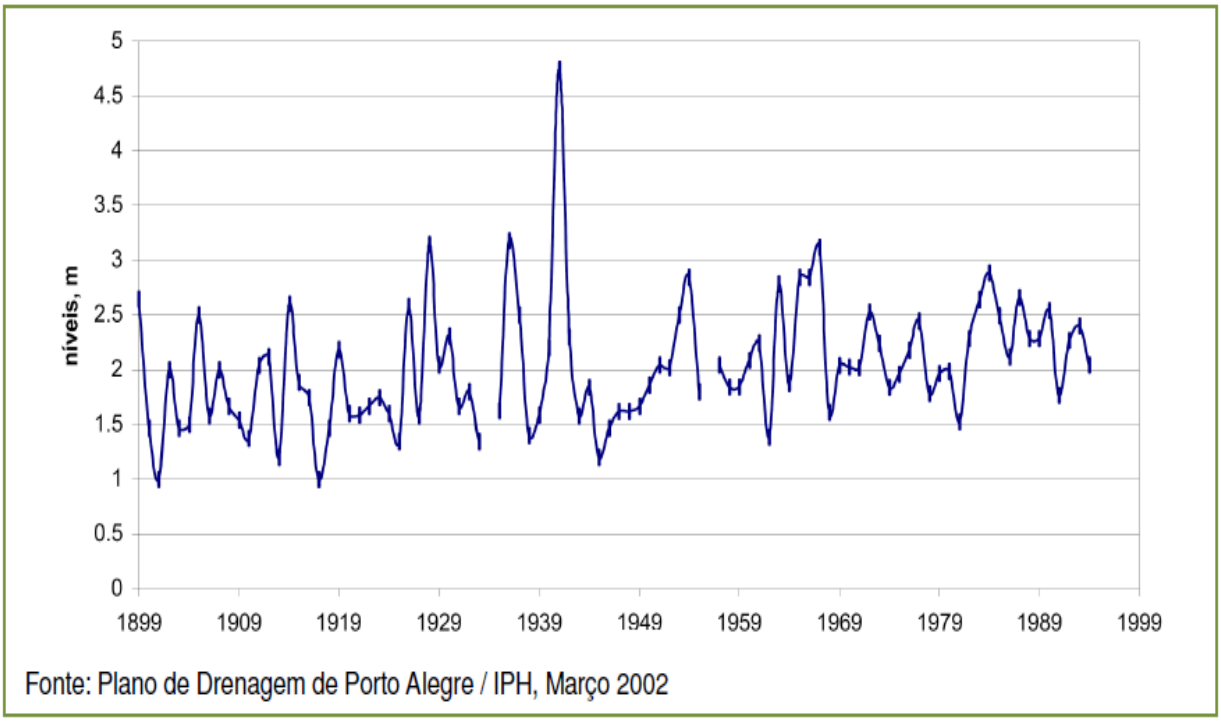


Figura 81 - Níveis máximos de inundação do Rio dos Sinos – 1899 à 1995
(Fonte: Plano de Drenagem de Porto Alegre / IPH, Mar/2002)

O PLAMSAB/PMC de Canoas, considerando as amostras do Posto Fluviométrico Albatroz da ANA, apresenta como resultados da curva de permanência das cotas da água, a seguinte frequência de níveis:

- 50% do tempo na cota 1,50 m;
- 20% do tempo na cota 1,95 m;
- 10% do tempo na cota 2,20 m;
- 5% do tempo na cota 2,45 m;

- 1% do tempo na cota 2,80 m.

Com base nos dados apresentados pelo IPH (Mar/2002), referentes à série do Posto Harmonia (1899 a 1999), bem como na dispersão de frequências e cotas observadas para o Posto Albatroz (1986 a 2010), estabeleceu-se a cota 3,50 m como sendo adequada para a prevenção das inundações, conforme mostrado na Figura 82, abaixo.

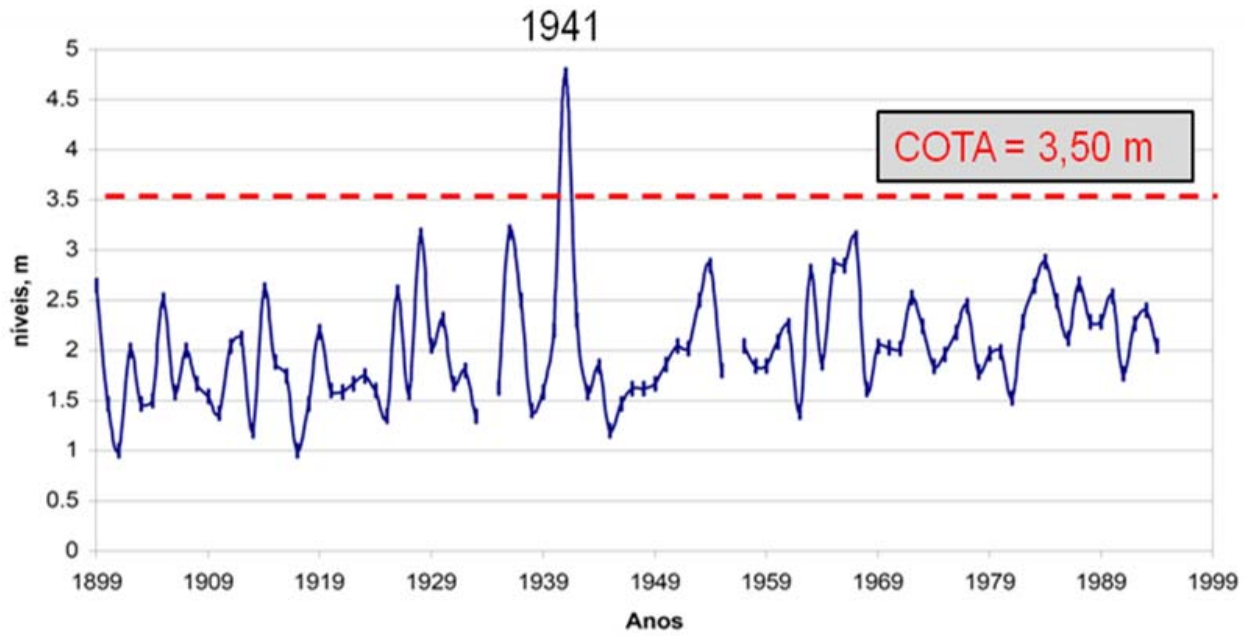


Figura 82 - Definição da cota de prevenção de inundações
(Fonte: PMSAB/PMC, 2013)

Um aspecto a considerar-se no município de Canoas, são os pôlderes, porções de terrenos baixos e planos incluídos entre aterros, no caso de Canoas, os diques. Essas soluções de engenharia são compostas por diques de proteção, redes de drenagem, sistemas de bombeamento e reservatório.

Visam a proteção de áreas que se situam em cotas inferiores às dos níveis d'água durante os períodos de enchentes ou marés. Com a inserção de pôlderes na infraestrutura urbana de municípios expostos a inundações, essas áreas de risco são isoladas por muros e tem sua drenagem direcionada para um reservatório ou de volta ao corpo d'água, por meio de um sistema de bombeamento.

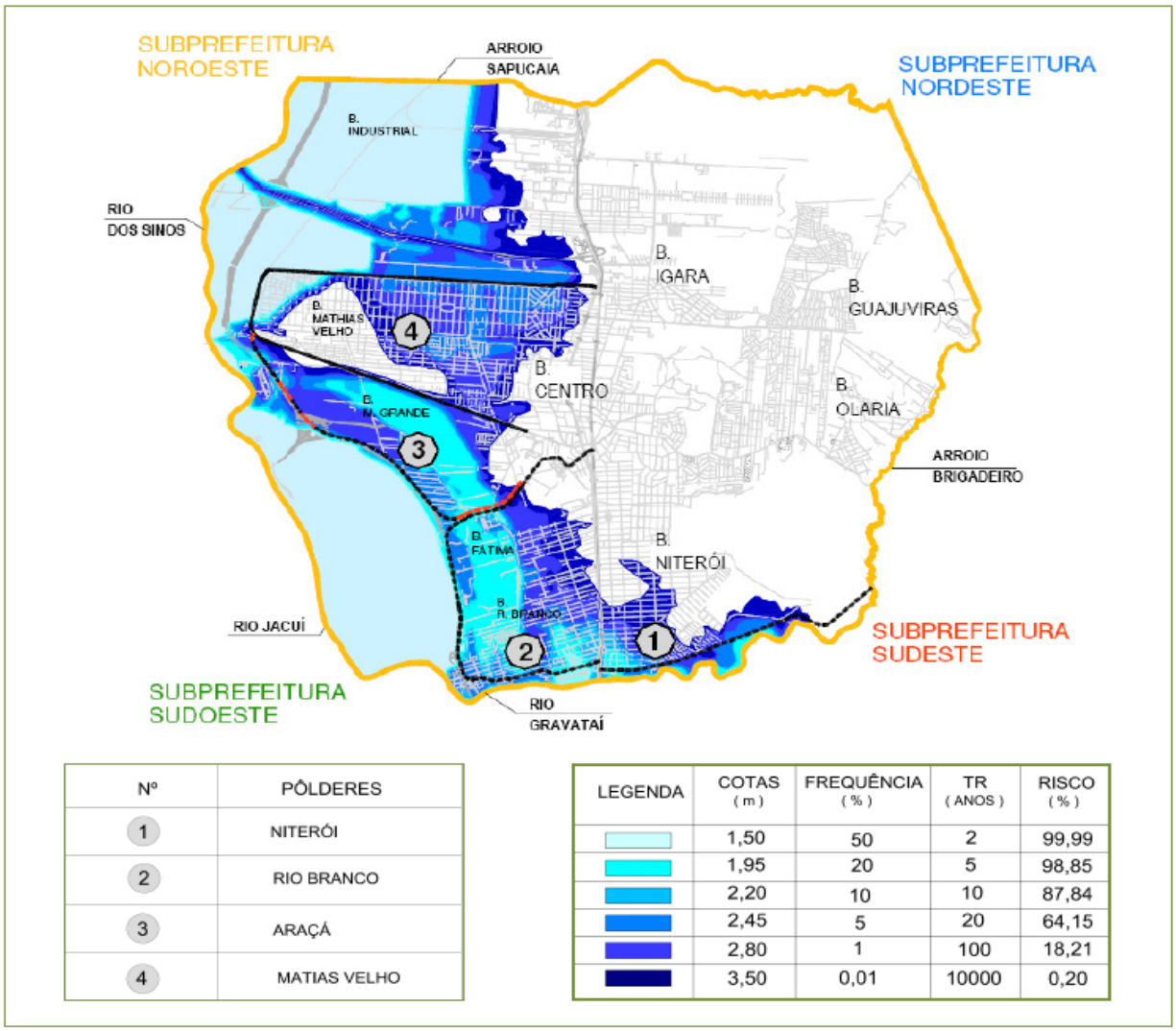
Segundo o PLAMSAB/PMC de Canoas, conforme apresentado na Figura 83, o município conta com quatro sistemas de proteção contra as inundações provocadas pela elevação periódica dos rios dos Sinos, Jacuí e Gravataí, a saber:

1) Pôlder Niterói;

2) Pôlder Rio Branco;

3) Pôlder Araçá;

4) Pôlder Matias Velho.



Nº	PÔLDERES
1	NITERÓI
2	RIO BRANCO
3	ARAÇÁ
4	MATIAS VELHO

LEGENDA	COTAS (m)	FREQUÊNCIA (%)	TR (ANOS)	RISCO (%)
	1,50	50	2	99,99
	1,95	20	5	98,85
	2,20	10	10	87,84
	2,45	5	20	64,15
	2,80	1	100	18,21
	3,50	0,01	10000	0,20

Figura 83 - Sistemas de proteção contra cheias de Canoas
(Fonte: Transcrito PLAMSAB-PMC/2013)

Caso a cidade de Canoas não fosse dotada do sistema de pôlderes, ou caso ocorresse um evento de inundação com algum problema no sistema de proteção contra cheias, os níveis de inundação abrangeriam a cidade conforme os patamares apresentados na Figura 83.

Todos os pôlderes apresentam cotas superiores a 3,50 m, exceto o Pôlder Araçá, que em quatro trechos tem cotas inferiores a cota de prevenção de inundação.

Destes sistemas de proteção contra cheias – SPCC, coletam e bombeiam água para a Bacia do Rio dos Sinos os pôlderes Niterói e Rio Branco, além da bacia do Arroio Brigadeira que faz divisa com Cachoeirinha.

Já para o Rio dos Sinos, o bombeamento é feito pelos pôlderes Araçá e Matias Velho.

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 Pôlder conta com duas casas de bombas, a CB1 (4 x 2,5 m³/s) e a CB2 (3 x 2,5 m3/s), que através de grupos de motor bombas com sistema de eixo vertical garantem a vazão de 17,5 m³/s.

As casas de bombas operam com sistema de comportas flap, para descarga das águas por gravidade, quando o nível do Rio dos Sinos esteja baixo. Este sistema apresentou problemas com o conjunto de bombeamento em 2015, gerando inundação de boa parte do bairro Niterói.

O Pôlder Rio Branco é constituído de 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 dos Sinos 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 Avenida Guilherme Schell.

O Pôlder Rio Branco conta com duas casas de bombas, a CB3 (3 x 2,5m³/s) e a CB4 (5 x 2,5 m³/s), que através de grupos de motor bombas com sistema de eixo vertical garantem a vazão de 20 m³/s.

Além da vala interna, o Pôlder também conta com um importante canal existente na Avenida Engenheiro Irineu Carvalho Braga, ora revestido, ora em vala natural.

As casas de bombas CB3 e CB4, também dotadas de comportas de gravidade tipo flap impedem a entrada das contribuições pluviais para o interior do Pôlder Niterói através da drenagem de suas valas internas.

O Pôlder Araçá é constituído de dique com cota de coroamento variando entre 2,30 m e 8,10 m, cuja finalidade é proteger o bairro Mato Grande contra as inundações do Rio dos Sinos e do Delta do Jacuí.

O início do Pôlder Araçá se dá em acesso próximo da rua do Aterro com a Rodovia do Parque, estendendo-se até o aterro do Pôlder Matias Velho, nas proximidades da rua Vasconcelos Jardim.

O Pôlder Araçá caracteriza-se por abrigar a região agrícola e os loteamentos Central Park e Canoas Clube Parque, bem como demais residências ao longo das ruas Dona Maria Isabel, Elisabeth Maria Finkler, Antônio Nichele e da Prainha.

No dique do Pôlder Araçá apresentam-se locais com cotas próximas a 2,30 m, bem como aberturas e descontinuidades nas cotas de coroamento.

Também são encontradas muitas construções que dificultam as obras de conclusão do Pôlder, tornando esta, uma situação de vulnerabilidade frente às inundações, caso a cota do Rio dos Sinos e do Delta do Jacuí subam além dos 2,30m.

O PLAMSAB/PMC de Canoas ressalta ainda que com a construção da rodovia BR-448 em aterro, que serve como proteção contra as cheias do Rio dos Sinos e Delta do Jacuí, são necessárias obras de integração dos diques do Pôlder Araçá com o aterro da rodovia, sistema de comportas e novo sistema de bombeamento para drenar as contribuições pluviais quando a cota do Delta do Jacuí e do Rio dos Sinos estiverem elevadas.

O Pôlder Matias Velho é constituído de dique com cota de coroamento variando entre 4,50 m e 8,10 m, cuja finalidade é proteger os bairros Matias Velho e Harmonia contra as inundações do Rio dos Sinos e do Delta do Jacuí. O início do Pôlder se dá no aterro da linha férrea, e estende-se ao longo dos limites dos Bairros Harmonia, Matias Velho e Bairro Centro.

O Pôlder Matias Velho conta com duas casas de bombas, a CB6 (4 x 2,5m³/s) e a CB7 (3 x 2,5 m³/s), que através de grupos de motor bombas com sistema de eixo vertical garantem a vazão de 17,5 m³/s.

Além da vala interna, o Pôlder também conta com um importante canal existente na rua da República, parte revestido e parte em vala natural. Existe ainda no Pôlder Matias Velho a casa de bombas Cinco Colônias CB5, com capacidade de bombeamento de 0,75 m³/s, obtida através de três grupos elevatórios com capacidade de 0,25 m³/s cada.

É importante salientar que as comportas de gravidade tipo flap instaladas nos pôlderes Niterói, Rio Branco, Araçá e Matias Velho, apresentam grande vulnerabilidade quanto ao assoreamento e deposição de lixo junto do seu curso operacional, sendo necessárias rotinas periódicas para a limpeza e desassoreamento do entorno destas estruturas, removendo a deposição do lodo oriundo do sistema de esgotamento sanitário, bem como da deposição de lixo.

Cabe destacar também que o sistema de comando das Casas de Bombas (CB1, CB2, CB3, CB4, CB6 e CB7) são descritos como automatizados e em boas condições de funcionamento, não sendo informado no PLAMSAB/PMC de Canoas o nível dessa automação, sem é com operação local ou remota.

Todas as casas de bombas dos pôlderes de Canoas não estão dotadas de Grupo Motor Gerador (GMG), o que as torna vulneráveis nos eventos chuvosos, caso ocorra interrupção do fornecimento de energia elétrica.

O PLAMSAB/PMC de Canoas, nas inspeções realizadas nas casas de bombas e valas dos canais de drenagem, faz as seguintes constatações:

- Presença de grades de limpeza manuais nos acessos às estruturas de bombeamento;
- Valas internas com presença de esgoto e grande eutrofização;
- Presença de lixo (RSU) nas valas;
- Moradias irregulares sobre o dique do Pôlder Araçá;
- Presença de esgoto, lixo e assoreamento na vala que drena a região da empresa Bianchini;

- Comportas tipo Flap com movimentações travadas em função da presença de RSU (acúmulo de lixo);
- Acessos inadequados e obstruídos para as estruturas das comportas tipo Flap (escadas), com vegetação arbórea, esgotos, lixo e assoreamento;
- Desmatamento para implantação da rodovia BR-448 e consequente exposição do solo com processos erosivos;
- Obstrução total do canal de interligação entre a CB6 e CB7;
- Presença de esgotos na interligação com o Rio dos Sinos;
- Necessidade de realização de desassoreamento nos valos;
- Estruturas das comportas de gravidade obstruídas pelo acúmulo de lixo e assoreamento maciço dos canais.

A Figura 84 apresenta o Sistema de Proteção Contra Cheias (SPCC) junto às margens dos rios Gravataí e dos Sinos, os quais protegem através de diques, sistemas de canais coletores e casas de bombas parte dos municípios de Canoas, Alvorada, Porto Alegre e Cachoeirinha.

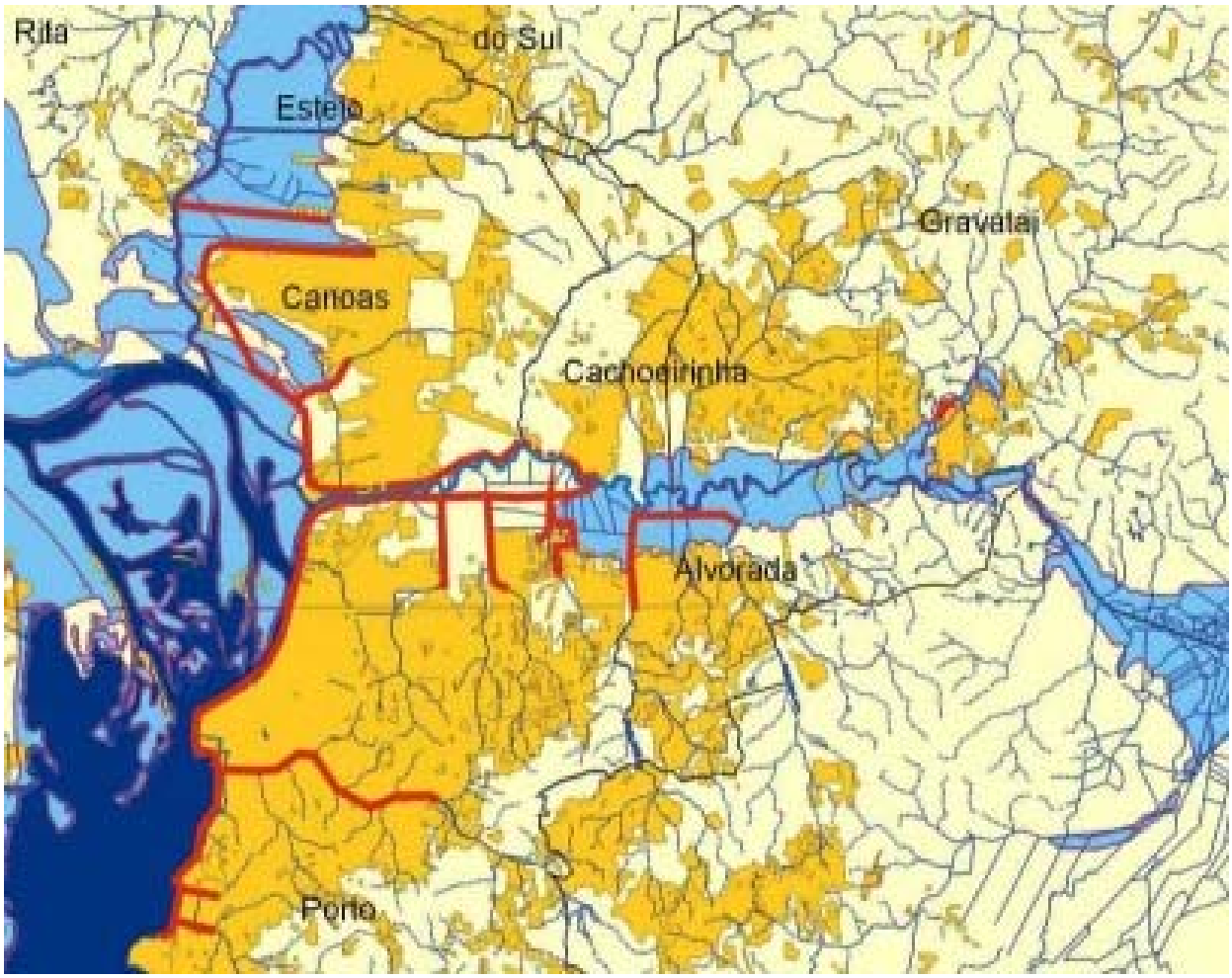


Figura 84 - SPCC's de Porto Alegre, Canoas, Cachoeirinha e Alvorada
(Fonte: Transcrito de METROPLAN, 1999)

O PLAMSAB/PMC de Canoas, com relação aos pôlderes, constata que os pôlderes Niterói, Rio Branco e Matias Velho são eficientes, no entanto, o Pôlder Araçá, com cotas de coroamento inferiores a 3,50 m, apresenta situação de risco de inundação.

O plano municipal constata ainda que os bairros Industrial, São Luiz e Mato Grande, e as bacias de drenagem formadas entre os Pôlderes Niterói e Rio Branco e o Rio dos Sinos apresentam risco contra as cheias do sistema Guaíba / Jacuí, por apresentarem cotas inferiores a cota de 3,50 m.

4.4.2 SPCC de Novo Hamburgo e São Leopoldo

O projeto do SPCC no Vale do Rio dos Sinos com a construção dos diques, casa de bombas e drenagens pluviais nos municípios de Novo Hamburgo e São Leopoldo ocorreu na década de 70, após as cheias de 1941, quando as dimensões dos diques foram balizadas.

Sem esses diques, os efeitos das cheias na região seriam devastadores para esses dois municípios, os quais são cortados ao meio pelo Rio dos Sinos.

O projeto *Contra Cheias no Vale do Rio dos Sinos*, iniciado no ano de 1974 e concluído em 1978, foi calculado a época para uma Cheia Máxima Provável de 10 anos.

Os diques protegem das cheias uma área de terra com ocupação urbana de 1.650 ha e beneficiam uma população de cerca 20.000 pessoas.

As obras dos diques, assim como das casas de bombas, tiveram sua instalação executada ao longo de mais de 40 anos, sendo entregues a operação do município de São Leopoldo somente no início dos anos 90.

Essa questão da responsabilidade pela operação, manutenção e custeio das estruturas ainda é tema de discussões, tendo sido recentemente abordada no Seminário do Plano Metropolitano de Águas Pluviais de 2016.

O Ofício 121/2016 encaminhado pelo SEMAE para o Ministério Público em julho/2016, informa que as 5 casas de bombas (1 - Rodoviária; 2 - Ginásio de Esportes; 3 João Corrêa; 4A - Campina atrás da Daleaço; 4B - Campina Arroio Cerquinha) operam em sua totalidade, apesar dos escassos recursos financeiros.

O mesmo documento anexa um relatório sobre as condições das casas de bombas, apresentando as providências tomadas relativas a questões de manutenção, além da estimativa de gastos, que acaba superando R$ 1,7 milhão por ano.

O Serviço Municipal de Água e Esgotos de São Leopoldo – SEMAE, em sua página oficial da prefeitura, informa sobre a drenagem urbana e o SPCC do município que o sistema de contenção de cheias da cidade é constituído por 5 casas de bombas, 20 Km de diques e 16 km de valas, conforme mostrado na Figura 85 a seguir.

No caso de Novo Hamburgo, existe o dique construído pela margem direita do Rio dos Sinos, os canais condutores internos e externos e a casa de bombas, conforme apresentado pela Figura 86



Figura 85 - Sistemas de proteção contra cheias de Novo Hamburgo e São Leopoldo/ (Fonte: Transcrito de Penteado, et all [PMSB, 2014])



Figura 86 - Sistemas de proteção contra cheias de Novo Hamburgo – Bairro Santo Afonso (Fonte: PMSB, 2014)

Este sistema protege parte do bairro Santo Afonso (principalmente as localidades de Vila Medianeira, Vila Prado, Popular Prado 2 e Nações Unidas),.

Salienta-se que a estrutura do dique de proteção em aterro compactado é compartilhada ainda pelo município de São Leopoldo, gerando uma relevante interface em termos de planejamento e operação do sistema.

O Sistema de Controle de Enchentes no Vale do Rio dos Sinos - SCEVRS compreende a drenagem dos pôlderes através de valas, cursos fluviais retificados e canalizados, bem como casas de bombas e sifões para as travessias.

O Ministério da Integração Nacional, que atualmente administra o órgão gestor do Sistema de Proteção Contra Cheias em São Leopoldo, e a Secretaria de Obras Públicas e Serviços Urbanos (SEMOPSU), de Novo Hamburgo, realizam ações conjuntas de manutenção e operação do sistema, haja vista interdependência física das estruturas existentes.

A casa de bombas que protege parte da área urbana de Novo Hamburgo foi reformada recentemente, de maneira preventiva, através de financiamento federal.

De acordo com o PMSB de Novo Hamburgo, no ano de 2014, haviam sido realizadas obras de manutenção na casa de bombas, onde foram contemplados os sete conjuntos de motobombas, as obras civis, os dois transformadores, painel de comando, incluindo a instalação de banco de capacitores, visando ao pleno funcionamento do sistema e eficientização energética.

A Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo realizou um estudo em janeiro de 2011, que identificou as seguintes áreas de risco: 1) Rondônia; 2) São Jorge - Vila Kremmer; 3) Rua Taubaté; 4) bairro São José – Kephas; 5) bairro Redentora; e 6) São José Pedreira.

O mesmo estudo identificou as seguintes áreas sujeitas a alagamentos e inundações: 1) bairro Canudos - Vila Getúlio Vargas; 2) bairro Lomba Grande - Loteamento Integração; 3) bairro Santo Afonso - Vila Kroeff; 4) bairro Santo Afonso - Loteamento Novo Nações; e 5) bairro Santo Afonso - Vila Palmeira.

Conforme Ofício 7-G/265 encaminhado pela Secretaria Municipal de Administração de Novo Hamburgo ao Ministério Público em junho/2016, o município vem "mantendo e operando de forma eficaz e eficiente a Casa de Bombas Santo Afonso".

O mesmo documento informa a situação da expansão do sistema de defesa. No bairro Canudos, transpondo o efluente para o Arroio Pampa, encontra-se em execução a obra da Casa de Bombas Vila Kipling (Arroio Pampa) e o projeto executivo da Casa de Bombas Getúlio Vargas.

O documento também relata outras providências para melhorias do sistema de macrodrenagem, como a execução da obra de muro de gabiões no Arroio Pampa e projetos de bacias de amortecimento.

Importante ressaltar 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.

4.5 Cheias e Prejuízos Associados

O Brasil, no ano de 2012 registrou oficialmente a ocorrência de 376 desastres naturais, com significativo impacto na sociedade brasileira, haja vista que afetou de diferentes formas cerca de 17 milhões de brasileiros em 3.781 municípios.

Na região sul, segundo o Anuário Brasileiro de Desastres Naturais (2013), foram atingidos 1.046 municípios, o que representa 27,66% do total de atingidos.

Um aspecto que cabe destacar das informações extraídas do anuário de 2012, é de que para a região sul, o tipo de desastre natural mais representativo é associado às cheias, que, como consequência, gera uma população bem mais significativa de desalojados e desabrigados, quando comparados os números aos de feridos, enfermos e mortos.

Embora nos dados do Ministério da Integração Nacional tenhamos os menores índices de óbitos em desastres naturais, ganhamos o terceiro lugar no percentual de população afetada. Cabe frisar que estes números são pertinentes à Região Sul do Brasil.

Para tratar sobre a questão das cheias na Bacia do Rio dos Sinos, o Produto 5 – Base de Dados do EAP-SINOS, utilizou no levantamento do histórico das inundações na bacia, informações a partir dos registros oficiais provenientes da defesa civil, registros informais a partir de notícias de jornal e registros de testemunhas em entrevistas de campo.

Ao tratar-se do assunto "Cheias e Prejuízos", vale lembrar que ao regime hidrológico de cheias também apresenta uma relação de características ecológicas benéficas, conforme destacado no PRH-SINOS:

- Modificam a calha do rio, criando curvas, bancos de areia, ilhas, praias, áreas de maior ou menor velocidade de água, e diversidade de ambientes;
- Inundam as planícies, depositando sedimentos e nutrientes necessários para a vegetação terrestre;
- Inundam e criam lagoas marginais na planície, criando oportunidades de reprodução e alimentação para peixes e aves;
- Indicam o início do período de migração ou de reprodução para algumas espécies de peixes;
- Eliminam ou reduzem o número de espécies invasoras ou exóticas;
- Controlam a abundância de plantas nas margens e na planície;
- Espalham sementes de plantas pela planície.

Considerando essas questões ecológicas, o programa de controle de cheias na Bacia do Rio dos Sinos priorizou ações não estruturais:

- Criação e operação de um sistema de alerta contra cheias;
- Zoneamento de áreas inundáveis.

Para a primeira ação o plano estipula um prazo de 20 anos e para a segunda 1 ano.

A região a ser beneficiada com esses programas é a região do *Médio Sinos* e *Baixo Sinos*, onde ocorre a maior incidência de cheias, entre as cidades de Campo Bom e a foz, no Lago Guaíba.

Observa-se que tanto nos PMSB, como no PRS-SINOS e o PRH-SINOS, não há um detalhamento da periodicidade dos eventos de cheias observadas, indicando por exemplo os meses mais propensos a cheias.

Raras são essas informações nos planos. O PRH-SINOS na questão da avaliação de cheias não apresenta informações com áreas onde historicamente ocorrem inundações em função das cheias, nem mapa de distribuição percentual de eventos, ou outros elementos que permitam mensurar um indicador de incidência de inundações em determinada região da bacia.

No caso do Rio dos Sinos, como em outras bacias da região sul, considerando a questão das cheias e seus prejuízos associados, é imprescindível que os estudos considerem a análise minuciosa do escoamento superficial, que por sua vez está relacionado a proteção contra fenômenos catastróficos provocados pelo movimento dessas águas, que escoam para o leito dos rios (cheias, deslizamentos de taludes, etc.).

A grande maioria dos estudos de bacias hidrográficas, considera a fisiografia do terreno, os regimes das águas dos rios e propõe medidas e planos de conservação.

É imperioso que se conheça a participação da Bacia do Rio dos Sinos no cenário da região sul do Brasil, exposto pelos documentos oficiais que retratam os desastres naturais.

Cheias em áreas rurais pouco são noticiadas, no entanto nas áreas urbanas, onde associa-se a mesma a danos e prejuízos, é importante que se conheça suas dimensões.

Na sequência apresenta-se informações relevantes quanto aos estudos de cheias e as ocorrências de inundações na bacia, e registros da Defesa Civil disponibilizados.

Estas informações devem subsidiar os estudos de modelagem matemática a serem elaborados na sequência desse estudo, seja na calibragem do modelo ou mesmo na proposição dos cenários alternativos.

4.5.1 Características da Precipitação

A precipitação na bacia do Rio dos Sinos, 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 se deslocam para o sul da região sul do Brasil, onde frequentemente registram-se eventos de ciclogênese (formação de ciclones).

O sudeste da região sul do Brasil corresponde à área mais afetada. De acordo com 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.

É comum que, num determinado período de tempo, enquanto num ponto ocorre uma chuva, em outro próximo não ocorre precipitação nenhuma, isso se deve a variação da precipitação.

Cabe destacar que a precipitação é a variável hidrológica que mais claramente manifesta seu caráter aleatório, variando de forma temporal e espacialmente. Essa característica típica da precipitação é que introduz dificuldades na sua avaliação correta.

A região Sul, compreendida pelo Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, possui um clima temperado, úmido, sem estação seca. Essa área apresenta oscilação de temperatura durante o ano, com inverno frio e verão quente.

A chuva é bem distribuída, não havendo uma estação definidamente seca. O período de menor ocorrência de chuvas varia de julho a agosto.

Cabe frisar que mesmo dentro de uma mesma área, existem diferenças nas médias anuais de precipitação.

No Rio Grande do Sul, a média anual de todo o estado é da ordem de 1.540 mm, variando de 1.235 mm (Santa Vitória do Palmar) a 2.162 mm (São Francisco de Paula).

Chove mais na metade norte do estado (acima da latitude 30º) com totais anuais superiores a 1.500 mm, que na metade sul (abaixo da latitude 30º), com totais anuais inferiores a 1.500 mm.

A análise estatística da precipitação anual do RS (BERLATO,1992) mostra que na média de todo o estado, a frequência de anos considerados secos (14%) é maior que os anos considerados chuvosos (10%).

Entretanto, em algumas regiões do estado, como a Campanha e Baixo Vale do Uruguai (fronteira sudoeste) a frequência média de anos secos atinge 20%.

Os dados considerados para a caracterização das vazões da Bacia do Rio dos Sinos, consideraram uma única estação fluviométrica, que foi a de Campo Bom, com uma área de drenagem de 2.882,0 Km², que segundo o SIG do PRH-SINOS corresponde a 78% da área da Bacia do Sinos.

A estação fluviométrica de Campo Bom, utilizada como base para caracterização do regime de vazões, tem as séries mais completas do que em relação das demais que se encontram no entorno.

Outras estações foram consideradas, mas descartadas em função de apresentarem falat de confiabilidade e consistência em suas séries de dados.

4.5.2 Inundações Recentes

A Figura 87 apresenta as áreas sujeitas a inundações ao longo do Rio dos Sinos, conforme METROPLAN, 1999.

Observa-se a ocupação urbana destas faixas ribeirinhas, sendo em alguns casos é necessária a implantação de sistemas de proteção contra cheias (diques de proteção em vermelho).

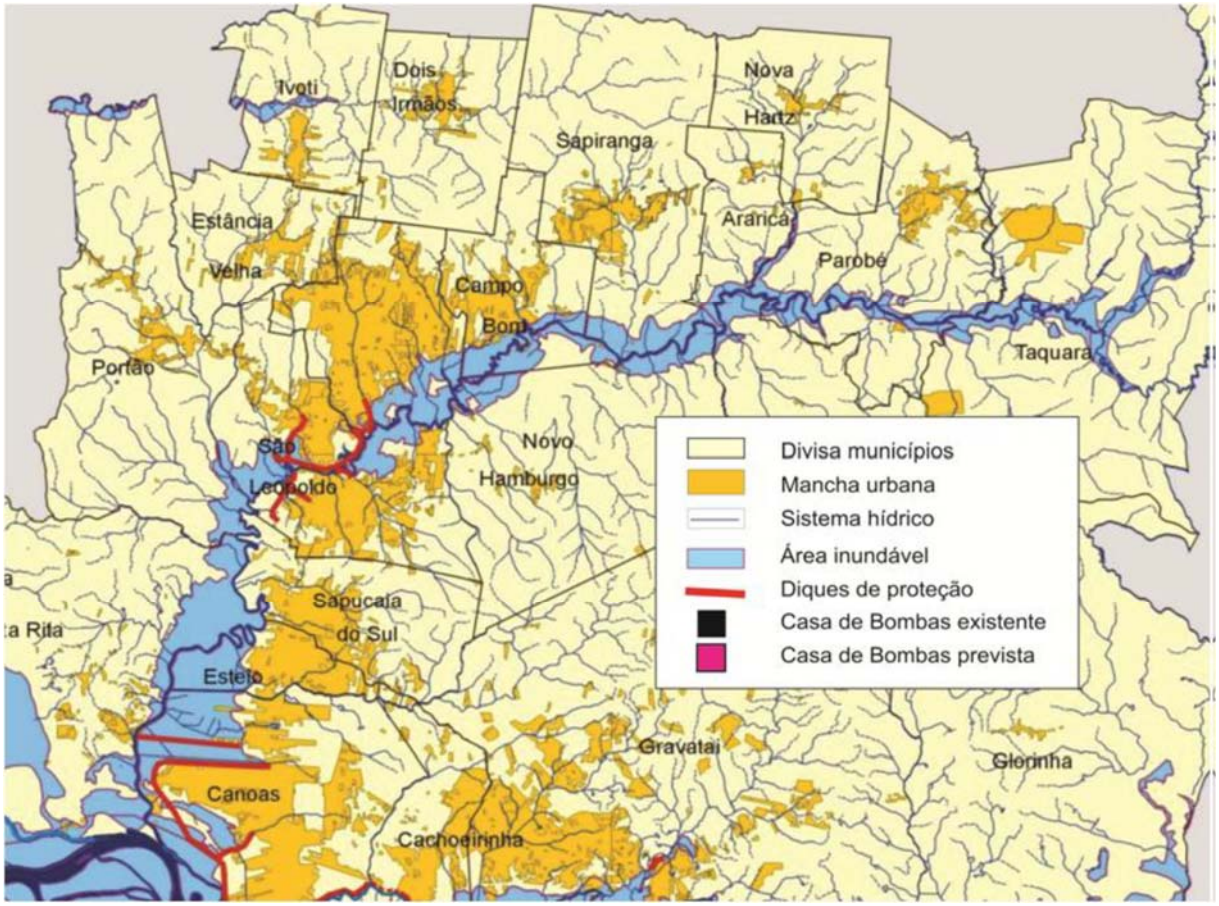


Figura 87 - Áreas sujeitas a inundações na Bacia
(Fonte: METROPLAN, 1999)

Para um melhor entendimento da questão das inundações, é preciso caracterizar as condições de escoamento das águas superficiais na bacia do Rio dos Sinos.

Nas regiões mais altas o escoamento superficial se caracteriza pelas velocidades elevadas, originando enxurradas, que comprometem estruturalmente os dispositivos de drenagem e travessias, bem como problemas de erosão e estabilidade de encostas e taludes.

Já nas regiões mais baixas predominam os problemas relacionados às baixas velocidades de escoamento superficial e ocorrência de inundações e alagamentos.

Essas regiões mais baixas, são caracterizadas por extensas planícies de inundação do rio, compostas originalmente por banhados e áreas alagadiças, áreas que hoje encontram-se antropizadas (aterradas ao longo dos anos) ou em processo de parcelamento e ocupação irregular.

Nas regiões dos municípios do *Médio Sinos* e *Alto Sinos*, a questão das inundações é em grande parte em função da presença de sedimentos e resíduos sólidos depositados nos canais, seja no fundo ou nas margens, principalmente nos canais em seção mista, bem como o crescimento de vegetação arbustiva e arbórea em canais não revestidos e principalmente em taludes.

Este somatório de causas compromete o livre escoamento das águas, reduzindo a seção hidráulica e consequentemente a vazão transportada pelos referidos canais.

Cabe destacar os casos das ocupações urbanas que se deram em áreas de inundação natural dos rios, o que exigiu a implantação de sistemas de proteção contra cheias, como nos municípios de Novo Hamburgo, São Leopoldo, Canoas e Cachoeirinha, conforme tratado na seção anterior desse capítulo.

Os noticiários mostram a preocupação dos órgãos públicos com a questão da prevenção a enchentes na RMPA, com a elaboração de estudos e projetos para redução do efeito das cheias nos trechos baixos dos rios Caí e Gravataí, no Dique de Eldorado do Sul e nas bacias do Sinos e Gravataí.

Essas obras e estudos, segundo o Governo do Estado do Rio Grande do Sul, devem beneficiar diretamente, moradores de 30 municípios, que se encontram nas áreas de risco.

Cabe destacar a importância do trabalho conjunto entre os governos federal e estadual, haja vista que nos casos de desastres naturais decorrentes de inundações e enchentes, a responsabilidade pela reconstrução de vias e retomada dos serviços públicos essenciais cabe aos mesmos.

Durante o desenvolvimento do presente Estudo, foi possível testemunhar mais de um período de ocorrência de enchentes e inundações na Bacia do Rio dos Sinos, principalmente nos meses de junho, julho e outubro de 2015.

As chuvas desse período, no Estado do Rio Grande do Sul, segundo dados oficiais, atingiram mais de 8.000 agricultores, com impactos de perda em cerca de 40% da safra agrícola, principalmente na cultura do trigo. Essa é uma situação já conhecida dos gaúchos, pois as inundações são anualmente corriqueiras neste período, no Estado.

Com relação ao registro dos desastres naturais no Brasil, cabe destacar aqui que tais informações, provém dos arquivos do Governo Federal, mais especificamente do Ministério de Integração Nacional. A origem da informação vem da defesa civil de cada Estado, que possui um controle de decretos de emergência emitidos pelos municípios.

Conforme o Produto 5 - Base de Dados do EAP-SINOS, foram compiladas ocorrências de desastres naturais disponíveis no sítio do "Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID".

O Quadro 30 apresenta uma compilação de todos os registros de desastres naturais mantidos no S2ID para os municípios da Bacia do Rio do Sinos, para os últimos 33 anos.

Observa-se pelo conjunto de registros (S2ID) datados de 1983 a 2014, a predominância de enxurradas (28 ocorrências) na área da bacia. Os municípios com maior número de ocorrências deste tipo foram Igrejinha, Riozinho e Rolante.

Inundações foram registradas em 16 ocasiões, sendo Esteio o município mais afetado, e alagamentos foram registrados em 3 ocasiões, sendo Canoas o município constante em duas destas ocorrências.

Quadro 30 - Registro de desastres naturais na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos

1983-07	CAMPO BOM	Enxurradas
1983-08	SÃO LEOPOLDO	Enxurradas
1985-08	SÃO LEOPOLDO	Enxurradas
1992-03	IGREJINHA - NOVA HARTZ	Inundações
1993-07	ROLANTE	Enxurradas
1993-07	ESTEIO	Inundações
1993-07	ESTEIO - PAROBÉ	Inundações
1993-09	ESTÂNCIA VELHA	Inundações
1994-03	IGREJINHA	Enxurradas
2001-01	RIOZINHO - ROLANTE	Enxurradas
2001-07	IGREJINHA - RIOZINHO - ROLANTE - TAQUARA	Enxurradas
2001-08	ESTÂNCIA VELHA	Enxurradas
2002-06	NOVO HAMBURGO	Inundações
2002-07	ESTEIO	Inundações
2002-08	ESTEIO	Enxurradas
2002-11	IGREJINHA	Enxurradas
2007-03	CARAÁ	Enxurradas
2008-05	CARAÁ - RIOZINHO - ROLANTE - TAQUARA	Ciclone Extratropical
2009-09	PAROBÉ	Enxurradas
2009-09	NOVO HAMBURGO - SÃO LEOPOLDO - TAQUARA - TRÊS COROAS	Inundações
2009-10	SAPUCAIA DO SUL	Enxurradas
2009-11	ARARICÁ	Enchente
2009-11	IGREJINHA - SAPUCAIA DO SUL - TAQUARA	Enxurradas
2009-12	NOVA SANTA RITA	Enxurradas
2010-01	IGREJINHA - PAROBÉ - TRÊS COROAS	Enxurradas
2010-11	RIOZINHO	Enxurradas
2010-11	ARARICÁ	Inundações
2010-12	RIOZINHO	Enxurradas
2011-01	NOVA HARTZ - RIOZINHO	Enxurradas
2011-02	ROLANTE - SÃO LEOPOLDO - SAPUCAIA DO SUL	Enxurradas
2011-02	ESTEIO	Inundações
2011-03	ESTEIO	Inundações
2009-11	IGREJINHA - SAPUCAIA DO SUL - TAQUARA	Enxurradas
2009-12	NOVA SANTA RITA	Enxurradas
2010-01	IGREJINHA - PAROBÉ - TRÊS COROAS	Enxurradas
2010-11	RIOZINHO	Enxurradas
2010-11	ARARICÁ	Inundações
2010-12	RIOZINHO	Enxurradas
2011-01	NOVA HARTZ - RIOZINHO	Enxurradas
2011-02	ROLANTE - SÃO LEOPOLDO - SAPUCAIA DO SUL	Enxurradas
2011-02	ESTEIO	Inundações
2011-03	ESTEIO	Inundações
2011-04	IGREJINHA - NOVA HARTZ - PAROBÉ - PORTÃO - ROLANTE - SAPIRANGA	Enxurradas
2011-07	IGREJINHA - PAROBÉ - RIOZINHO	Enxurradas
2011-07	CAMPO BOM - ROLANTE - TAQUARA	Inundações
2012-01	CARAÁ	Enxurradas
2012-09	ESTEIO	Enxurradas
2012-10	NOVA HARTZ	Inundações
2013-08	CANOAS	Alagamentos
2013-08	CARAÁ - ESTEIO - IGREJINHA - ROLANTE - TAQUARA	Enxurradas
2013-08	CAMPO BOM - CARAÁ – N. STA. RITA - PAROBÉ - S.LEOPOLDO - SAPIRANGA	Inundações
2013-09	RIOZINHO	Enxurradas
2013-10	SAPIRANGA	Alagamentos
2013-10	ESTEIO - SAPUCAIA DO SUL	Inundações
2013-11	CANOAS	Alagamentos
2013-11	ESTEIO	Inundações
2013-12	NOVA HARTZ	Enxurradas
2014-09	CARAÁ	Enxurradas
2014-10	CARAÁ	Inundações

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Em paralelo, foi executado um levantamento de notícias publicadas sobre eventos de enchentes desde 2010 na Bacia do Rio do Sinos. Esse levantamento incluiu notícias mais recentes sobre os eventos de julho de 2015, que ainda não tinham dados publicados no S2ID.

Foram relacionadas 33 notícias referentes a enchentes, com destaques para os municípios de Canoas, Campo Bom, Novo Hamburgo, São Leopoldo e a região do vale do Rio Paranhana. Os eventos noticiam decretos de emergência, famílias desalojadas, estradas interrompidas e mortes.

O cenário apresentado pelos noticiários é o retrato fiel dos acontecimentos, onde o Rio dos Sinos mostra que não carece de autorização para reassumir aquilo que lhe pertence, qual sejam, as áreas ocupadas irregularmente, de seu antigo ambiente aquático.

Cabe frisar nesse diagnóstico que a problemática das inundações já é antiga e que as causas são devidas a acelerada ocupação do solo de forma não planejada ao longo dos anos, sem as devidas precauções por parte das administrações municipais e estaduais quanto aos impactos ambientais e sociais.

Priorizou-se o crescimento industrial e tecnológico do Estado do Rio Grande do Sul e muito pouco se investiu em planos de ação e prevenção contra as inundações ao longo dos anos.

O Quadro 31 destaca alguns números do crescimento da população urbana na região do Vale dos Sinos e dos municípios do Baixo Sinos, que comprovam como o interesse imobiliário e industrial na região tomou os espaços que pertenciam às áreas de inundação do rio.

Quadro 31 - Destaques relativos ao crescimento populacional

ANO	MUNICÍPIOS	CRESCIMENTO POPULACIONAL
1824	PORTO ALEGRE, SÃO LEOPOLDO, VALE DO SINOS	Chegada da imigração alemã
1890 – 1920	PORTO ALEGRE, SÃO LEOPOLDO, VALE DO SINOS	A região assume a liderança industrial do Estado do Rio Grande do Sul
1940 – 1970	PORTO ALEGRE, SÃO LEOPOLDO E NOVO HAMBURGO	Chegada da Via Férrea e depois a BR-116, consolida-se a RMPA
1960 – 1970	CANOAS, ESTEIO	Começam a sobressair os centros comerciais de Canoas e Esteio com a construção da Refinaria Alberto Pasqualini
1991 – 2000	MUNICÍPIOS DA RMPA	Crescimento médio de 16%
1991 – 2000	NOVA HARTZ, DOIS IRMÃOS, PAROBÉ	Crescimentos entre 40% e 50%
2000 – 2010	MUNICÍPIOS DA RMPA	Crescimento médio de 8,40% aa
** RMPA – Região Metropolitana de Porto Alegre*		

(Fonte: Adaptado de Correia Lima, 2014)

Cabe frisar que essas taxas de crescimento adotam como referenciais a própria população do município e o período, conforme indicado.

Conforme os dados de crescimento do Censo Demográfico do IBGE, entre os anos de 2000 a 2010, os municípios com menor população apresentaram maior crescimento demográfico, quando comparados aos de maior porte e a metrópole.

Outro fator a se considerar como agravante na questão da ocupação urbana das áreas ribeirinhas do Rio dos Sinos e seus afluentes é a descentralização industrial para os municípios menores e de menor custo de produção e razoável infraestrutura, o que atraiu muitos trabalhadores, aumentando as zonas urbanas dessas áreas.

Segundo a descrição do Produto 05 - Base de Dados do EAP-SINOS, na sua seção 2.2 que trata sobre as inundações no sistema de drenagem, há bairros e pontos específicos da bacia que são comumente afetados por eventos de inundação em intervalos de tempo de, em média, um a dois anos.

Estes lugares, geralmente, estão localizados próximos às margens dos rios. Esta proximidade, unida a falta de estrutura das moradias e das vias urbanas, acarreta em cheias em períodos anômalos de precipitação.

A Figura 88 mostra o mapeamento dos “Pontos críticos quanto a ocorrência de inundações e deslizamentos”.

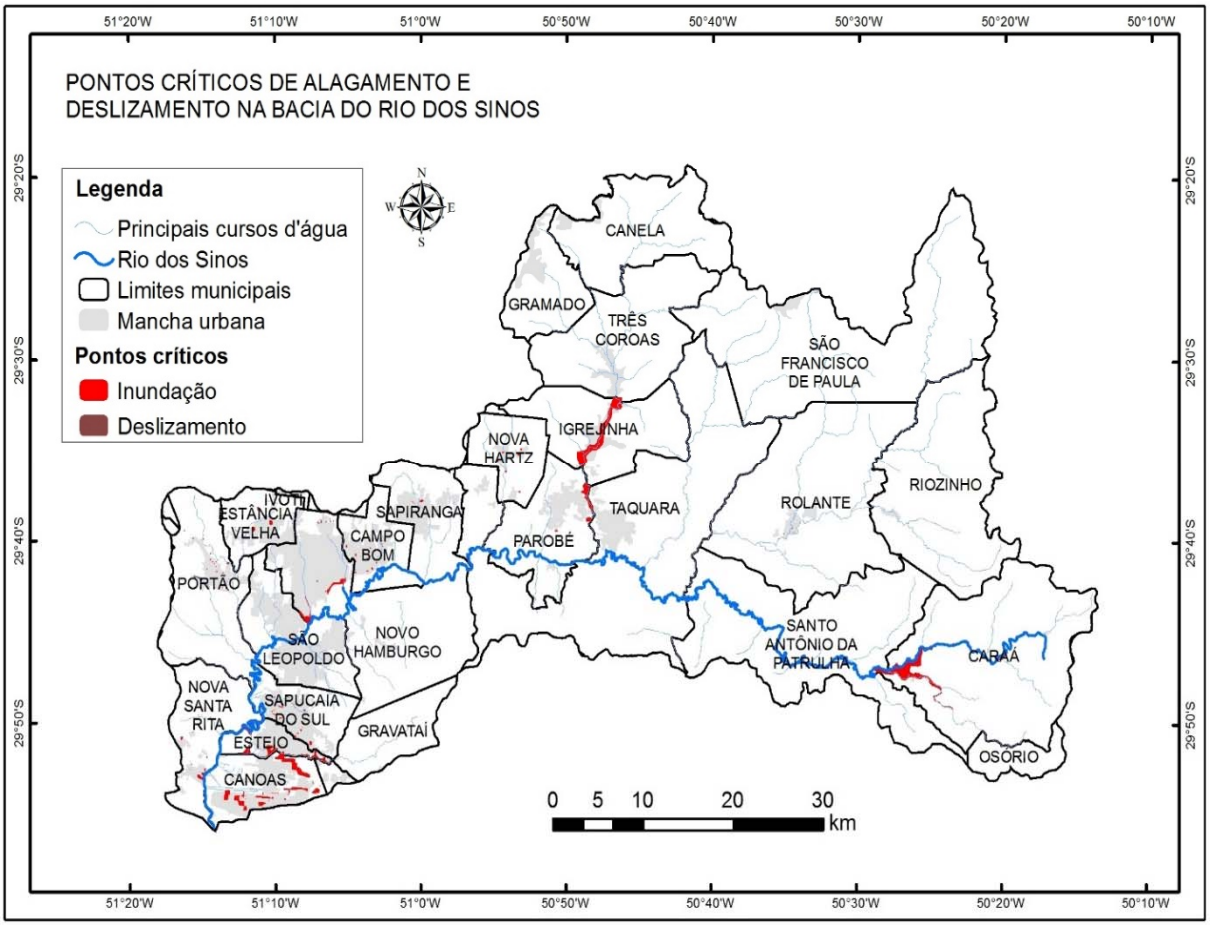


Figura 88 - Pontos críticos de inundação ou deslizamento (Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Pode-se observar na análise da Figura 88 que as regiões propensas a inundações em áreas maiores, encontram-se nos municípios de Caraá, Igrejinha, Novo Hamburgo, São Leopoldo, Esteio e Canoas.

Na base de dados desse estudo, outros dados que permitiram identificar com maior precisão as ocorrências de inundação na área de planejamento foram os documentos de registros de desastres.

Embora tais documentos discriminassem o local de ocorrência do desastre por nome da localidade, bairro ou logradouro, a localização georreferenciada era bem menos comum.

Dentre os dados disponibilizados ao Consórcio, apenas o município de Portão apresentou um mapa detalhando os locais de ocorrência do evento de julho de 2015.

Com menores áreas são registradas ocorrências de inundações em Parobé, Nova Hartz, Sapiranga, Campo Bom, Estância Velha, Portão e Nova Santa Rita. Merecem destaque em função das notícias e números de eventos de inundações, as cidades de Esteio, Canoas, São Leopoldo e Novo Hamburgo.

Outra cidade que chama atenção é Igrejinha, que tem 88% das edificações com uso residencial e dessas cerca de 40% com alta vulnerabilidade às inundações.

A base de dados desse estudo apresenta as tabelas 15, 16 e 17 com a localização detalhada de enchentes em cada um dos municípios da bacia do Sinos, classificando as localizações nas porções *Alto Sinos*, *Médio Sinos* e *Baixo Sinos*.

Além dessa localização, cabe salientar que os planos municipais de saneamento, referentes aos municípios que integram esse estudo, de forma análoga apresentam uma seção especifica sobre a drenagem e manejo das águas pluviais, seção essa onde são tratadas a responsabilidade pela prestação dos serviços, o sistema existente e atual (para o ano de 2013).

Esses mesmos planos, exceto Parobé, apresentam em seus anexos mapas com escala 1:50.000 com a localização dos pontos críticos quanto a ocorrências de alagamentos, inundação e enchentes, frisando que tais mapas, apresentados no ano de 2014, tratam da realidade do sistema quando das vistorias no período entre Ago/2013 e Dez/2013.

Por se tratar de um estudo abrangente, com vários municípios, sugere-se ao leitor desse documento, que paralelamente à avaliação dessa seção do diagnóstico, faça uso dos anexos da base de dados (PRODUTO 5) desse estudo.

Nesse PRODUTO é apresentado de maneira detalhada, os locais com ocorrências de inundações, pontuados através de detalhamento de registros de desastres, pontos de alagamentos dos planos municipais de saneamento, entrevistas de campo e notícias de jornal.

A Figura 89 mostra os bairros e locais de enchentes na bacia do Rio dos Sinos, segundos as reportagens e Formulários de Informações de Desastre (FIDE), disponibilizados pelo Ministério da Integração Nacional.

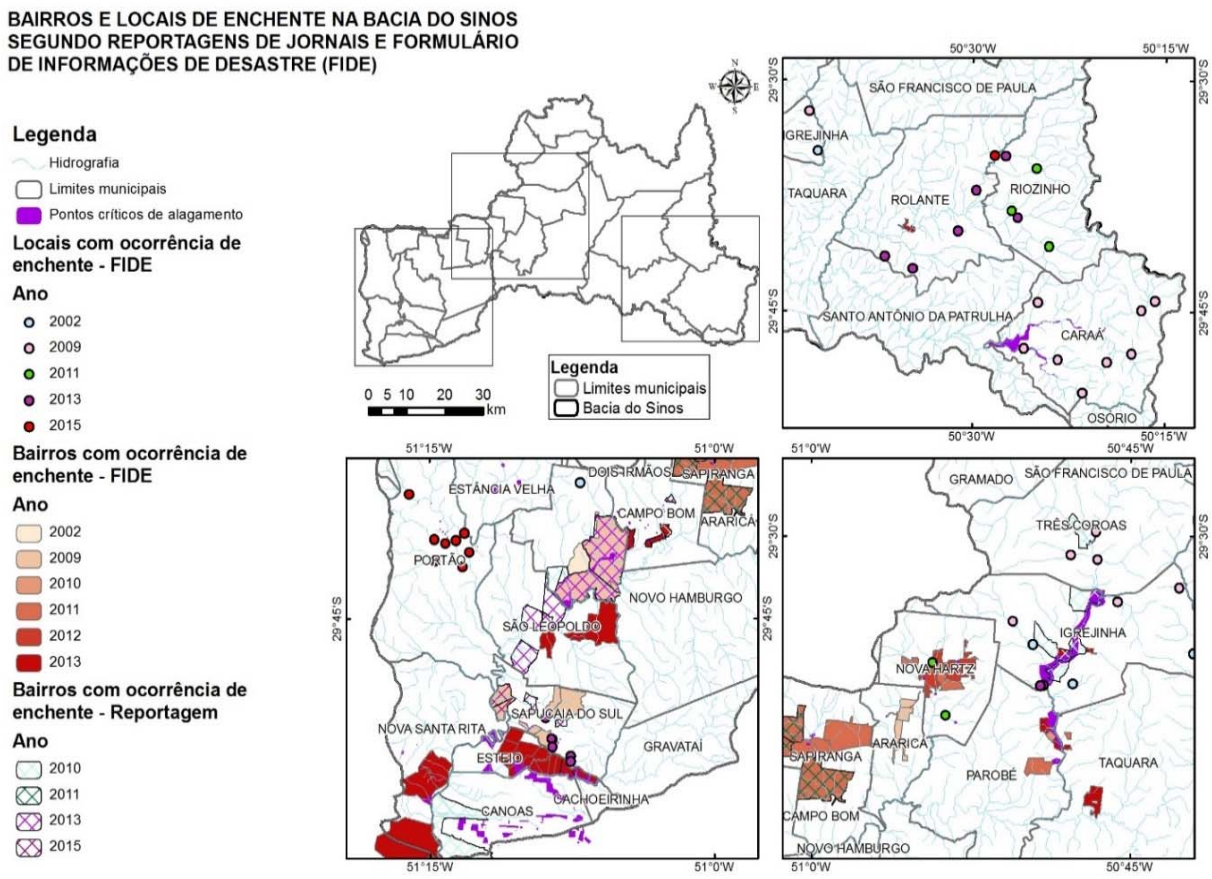


Figura 89 - Bairros e locais de enchente na Bacia segundo reportagens de jornais e FIDE's (Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

4.6 Erosão e Produção de Sedimentos na Bacia

Do ponto de vista da hidrologia, a classificação de bacias hidrográficas em grandes e pequenas não é vista somente na sua superfície total, mas considerando-se os efeitos de certos fatores dominantes na geração do deflúvio, tendo características distintas tanto para as chuvas de alta intensidade (curta duração), como também ao fator uso do solo (cobertura vegetal) e o tipo de solo (Lima & Zakia, 2000).

Nesse sentido o comportamento hidrológico da bacia, portanto é uma função de suas características morfológicas (forma, relevo, área, geologia, rede de drenagem, tipo de solo, etc.) e do tipo de cobertura vegetal.

Conforme já dito nesse diagnóstico, as altas declividades associadas a áreas planas e cotas baixas, tem como efeitos na drenagem a erosão. Há que se considerar ainda a geologia e os solos propensos à processos erosivos, os quais com as enxurradas apresentam como consequência processos de movimentos de massa e deslizamentos.

Observa-se na Bacia do Rio dos Sinos, que na região do *Alto Sinos*, o escoamento superficial tem velocidades de escoamento maiores, o que implica de forma direta nos problemas de erosão apontados pelos PMSB, em que todos os municípios objeto desse estudo apresentam condicionantes naturais que influenciam nos problemas de drenagem e erosão.

O interesse pelo estudo das gotas de chuvas, está diretamente ligado ao estudo da erosão do solo. A ação da chuva, como causa da erosão, não é só devido ao arrastamento das partículas pelo escoamento superficial, mas, principalmente, por sua ação desagregadora e compactadora da superfície do solo.

O impacto direto da gota de chuva sobre a superfície do solo é a causa principal da erosão, devido sua força de compactação que origina uma crosta superficial, dificultando os processos de infiltração de água e de ar. O processo erosivo, ocorre posteriormente, quando as partículas de solo movimentadas pela ação da gota serão arrastadas pela lâmina d'água que escoa pela superfície do solo.

Nessa ótica, correlacionando o processo erosivo com a capacidade de suporte dos solos algumas considerações cabem destacar sobre a Bacia do Rio dos Sinos:

- As chuvas, conforme as condições ambientais do clima do Estado do Rio Grande do Sul, são bem distribuídas ao longo do ano com temperaturas de média anual entre 14ºC e 20ºC;
- Os argissolos, segundo unidade pedológica mais presente na bacia, principalmente nas regiões do *Baixo Sinos* e *Médio Sinos*, apresentam uma alta suscetibilidade à erosão e degradação, o que é exponencialmente majorado quando ocorrem nas áreas expostas plantios de culturas anuais;
- Há que se considerar a presença de argissolos próximo a nascente do Rio dos Sinos;
- Os planossolos presentes na região do Baixo Sinos e de grande concentração urbana tem um bom sistema de drenagem com horizontes de A+E arenosos;

Pode-se, portanto, afirmar que os processos erosivos na Bacia do Rio dos Sinos ocorrem de forma continua ao longo do ano, com maior intensidade nas precipitações. A região do *Alto Sinos* tem sua parcela de contribuição nos processos erosivos na bacia em função da declividade e da velocidade de escoamento, que são maiores nesse trecho.

As regiões do *Baixo Sinos* e *Médio Sinos*, além de receberem os solos carreados da região do *Alto Sinos*, tem seus processos oriundos da característica especifica de seus solos (argissolos e planossolos) que apresentam maior suscetibilidade aos processos erosivos em razão de seus horizontes mais granulares e arenosos.

O conhecimento da quantidade de sedimentos transportada pelos rios, além de informar as características e o estado da bacia hidrográfica, é de fundamental importância para a análise da viabilidade dos recursos hídricos de uma região para utilização em abastecimento público, irrigação, cálculo de vida útil de reservatórios, etc.

A avaliação da quantidade de sedimentos transportados pelos rios, afeta a qualidade da água, e consequentemente, a aceitação desta para diversos usos.

Além da qualidade dos recursos hídricos, os problemas que provém da deposição dos sedimentos são os mais variados, como por exemplo a redução da seção hidráulica de um canal e consequente alteração do escoamento das águas.

Lima, 2015 *apud* Carvalho, 1994, cita que a erosão é o processo inicial da sedimentação, podendo-se ressaltar que:

- Provoca a destruição das nascentes dos rios;
- Aumenta o risco de desertificação;
- Promove a remoção da camada fértil em zonas agrícolas, com empobrecimento do solo;
- Ocasiona o desprendimento e escoamento de terras e taludes podendo provocar danos gerais, incluindo mortes e destruição de obras;
- Altera as condições de escoamento da água na superfície e na calha dos rios;
- Modifica a calha dos rios (desbarrancamento) e provoca depósitos no leito;
- Produz sulcos em locais indesejáveis nas terras durante as enxurradas;
- Pode provocar danos irreversíveis, quando ocorrido em torno das estruturas urbanas.

O PRH-SINOS e os PMSB não apresentam informações mais detalhadas sobre a erosão e produção de sedimentos na bacia, tais como desenvolvimento desses processos erosivos em função da caracterização geológica.

Aparentemente interpreta-se as informações dispostas nos documentos como sendo os processos verificados apenas de erosão laminar.

A geração de mapa de áreas degradadas devido à erosão é um processo que contempla técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, e pode ser executado em diversas escalas e áreas de abrangência.

Para a Bacia do Rio dos Sinos, a base de dados (PRODUTO 5) desse projeto, adotou um estudo específico desenvolvido recentemente pelo Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto da UFRGS (Azevedo, 2012).

Na extensa revisão bibliográfica dessa dissertação de mestrado, não foram identificados outros estudos específicos sobre erosão e produção de sedimentos na bacia do Rio dos Sinos.

Esse estudo baseou-se em imagens de média resolução (pixel de 5 metros) da constelação de satélites RapidEye, obtidas em 2009 e 2010.

Além disso, considerou mapa de solos com atributo de resistência (classes A até D), dados pluviométricos, e altimetria derivada da cartografia sistemática na escala 1:50.000.

Como resultado, verificou-se que as áreas mais susceptíveis à erosão ficam próximas ao Rio dos Sinos e afluentes, destacando-se:

- Na porção mais a jusante da Bacia do Rio dos Sinos - Baixo Sinos (Nova Santa Rita, Canoas, Esteio, Sapucaia do Sul, Portão);
- Nas regiões de montante ao sul da Bacia do Rio dos Sinos - Alto Sinos (Taquara, Rolante e área rural de Santo Antônio da Patrulha);
- Nas regiões de montante no extremo norte da Bacia do Rio dos Sinos - Alto Sinos (São Francisco de Paula).

As áreas de maior susceptibilidade estão associadas ao uso do solo, em particular ao uso agrícola e solo exposto. A Figura 90 contempla o mapa de erodibilidade devido a fatores naturais e antrópicos, conforme apresentado nesse estudo.

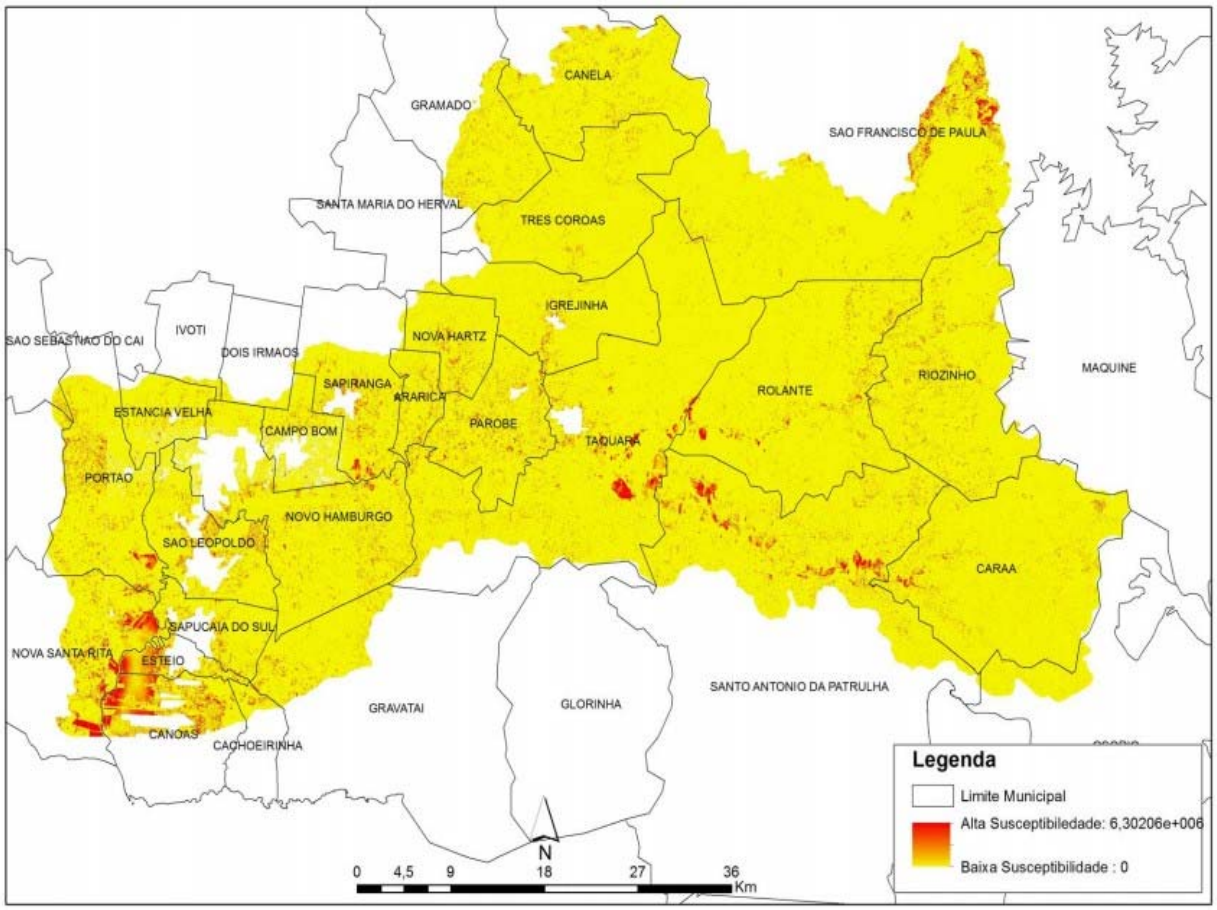


Figura 90 - Mapa de susceptibilidade à erosão devido a fatores naturais e antrópicos da Bacia (Fonte: Azevedo, 2012)

O mapa permite verificar, que as áreas mais susceptíveis à erosão, encontram-se nas regiões próximas do Rio dos Sinos e seus afluentes, geralmente próximas de áreas de cultivos, em especial nos municípios de Nova Santa Rita, Esteio, Canoas, Sapucaia do Sul, Portão, Taquara e Santo Antônio da Patrulha.

Nas áreas mais altas, como na região do município de São Francisco de Paula também são verificadas zonas de susceptibilidade à erosão. Contudo, percebe-se que as regiões mais susceptíveis são as que possuem interferência humana, através do plantio ou de exploração mineral.

O PRH-SINOS com relação aos processos erosivos na bacia apresenta no seu programa de gestão de áreas protegidas a recuperação de matas ciliares em APP's, programa que tem também por objetivo combater a erosão nessas áreas.

Essa questão é vital para a bacia, uma vez que cerca de 89% da extensão da malha hídrica investigada no projeto MONALISA apresentava à época, suas margens desprotegidas pela inexistência parcial ou integral de cobertura vegetal.

Cabe destacar ainda a agricultura que com problemas de desmatamentos e exposição dos solos (corte, gradeamento, aragem) contribuem para a erosão.

Embora estudos indiquem uma maior suscetibilidade à erosões nas regiões do *Baixo Sinos* e *Médio Sinos*, há que se considerar a contribuição significativa das regiões do *Alto Sinos*, em função dos sítios de maior declividade e erosividade.

Um processo erosivo muito conhecido é o de erosão de encostas, o que na Bacia do Rio dos Sinos é apresentado de forma genérica, ou seja, os PMSB não quantificam os percentuais de processos de erosões das margens fluviais ou de encostas (propriamente ditas), que acabarão sendo carreados para o rio.

É sabido que as erosões nas margens dos rios são um processo natural, no entanto cabe frisar que podem ser minorados.

Nesse sentido, de minorar as ações dos processos erosivos, um programa que busca a redução da erosão e do assoreamento dos mananciais nas áreas rurais é o Programa Produtor de Água, da ANA, que concede incentivos para as ações de abatimento de erosão e da sedimentação, bem como redução da poluição difusa e aumento da infiltração de água no solo.

O PRH-SINOS, na questão da avaliação da erosão, especificamente, deixa uma lacuna a ser preenchida, que é a quantificação dos processos erosivos e a distribuição dos mesmos, de maneira a que se possa pontuar e aplicar as medidas de prevenção através de programas ambientais adequados para cada caso e região.

Essa distribuição espacial serve ainda como indicador de responsabilidade do órgão municipal ambiental, pois ações de fiscalização podem ser incrementadas a partir desses indicativos de ocorrências ambientais.

4.7 Prestação dos Serviços de Manejo das Águas Pluviais na Bacia

4.7.1 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 planos municipais de saneamento e, consequentemente, no Plano Regional.

O Quadro 32 apresenta o resumo das interfaces identificadas na área de abrangência desse estudo, para cada município, a hidrografia limítrofe e as interfaces de recebimento e descarga de recursos hídricos.

Quadro 32 - Resumo das interfaces municipais pelos recursos hídricos na Bacia

MUNICÍPIO	HIDROGRAFIA LIMÍTROFE	INTERFACE
ARARICÁ	Rio dos Sinos com município de Taquara, Arroio Grande com município de Parobé.	Recebimento direto das águas do Arroio Grande do município de Nova Hartz.
		A área urbana descarrega principalmente no Arroio Grande, afetando Parobé e Nova Hartz. A área rural, ao sul, descarrega no Rio dos Sinos, no limite com Taquara, afetando em seguida os municípios de Sapiranga e Novo Hamburgo.
CAMPO BOM	Rio dos Sinos com município de Sapiranga, Arroio Feltes com município de Novo Hamburgo.	Recebimento direto apenas das águas do Rio dos Sinos do município de Novo Hamburgo. Algumas nascentes dos arroios que drenam o município encontram-se em Sapiranga e Dois Irmãos.
		Descarrega diretamente no Rio dos Sinos, totalmente dentro dos limites municipais, atingindo Novo Hamburgo na sequência.
CARAÁ	Arroio Caraá com município de Osório, Rio dos Sinos com município de Santo Antônio da Patrulha.	Praticamente todas as nascentes, incluindo a do Rio dos Sinos, estão no próprio município, com exceção das nascentes do Arroio Caraá, em Osório.
		Descarrega diretamente no município de Santo Antônio da Patrulha pelo Rio dos Sinos.
ESTÂNCIA VELHA	Arroio Bonito e Arroio Nabinger com município de Portão.	Todas as nascentes ocorrem no município.
		Descarrega diretamente nos municípios de Portão, através do Arroio Portão. Parte da área urbana é drenada pelas nascentes do Arroio Luiz Rau, que em seguida atinge Novo Hamburgo.
ESTEIO	Rio dos Sinos com município de Nova Santa Rita, Arroio Sapucaia com município de Canoas e Cachoeirinha.	Recebimento direto das águas do Rio dos Sinos do município de Nova Santa Rita.
		Descarrega diretamente no Rio dos Sinos, no limite de Nova Santa Rita, atingindo Canoas em seguida, e na fronteira com Canoas, através do Arroio Sapucaia.
IGREJINHA	Rio Paranhana com município de Parobé, Arroio Kampff e Rio Paranhana com município de Três Coroas, Arroio com município de Santa Maria do Herval, Rio da Ilha e Arroio Três Irmãos com município de Taquara.	Recebimento direto das águas do Rio Paranhana do município de Três Coroas.
		Descarrega diretamente no município de Parobé, através do Rio Parananha.
NOVA HARTZ	Não há hidrografia limítrofe.	Recebimento de águas de arroios com nascentes em Santa Maria do Herval e Igrejinha.
		Descarrega diretamente no município de Araricá, através do Arroio Grande.
NOVA SANTA RITA	Rio dos Sinos com município de Canoas, Esteio e Sapucaia do Sul, Arroio Estância com município de Portão.	Nascentes dos arroios que drenam a área urbana estão no próprio município.
		Descarrega diretamente nos municípios de Canoas e Esteio através do Rio dos Sinos.

MUNICÍPIO	HIDROGRAFIA LIMÍTROFE	INTERFACE
NOVO HAMBURGO	Rio dos Sinos e Arroio Gaúcho com São Leopoldo, Arroio Butiá com município Taquara, Rio dos Sinos com município Araricá e Sapiranga, arroios Peri e Pampa com Campo Bom.	Recebimento direto das águas do Arroio Luiz Rau, com algumas nascentes em Estância Velha e Rio dos Sinos do município de Campo Bom.
		Descarrega praticamente toda a bacia para o município de Rolante.
PAROBÉ	Rio dos Sinos com município de Taquara, Rio Paranhana com o município de Taquara, Arroio Grande com município de Araricá.	Recebimento direto das águas do Rio dos Sinos do município de Taquara e Rio Paranhana do município de Igrejinha.
		Descarrega diretamente no município de Taquara o Rio dos Sinos.
PORTÃO	Arroio Bonito com município de Estância Velha, Sanga do Schuck com o município de São Leopoldo, Rio dos Sinos com o município de São Leopoldo e Sapucaia do Sul, Arroio da Estância com o município de Nova Santa Rita.	Recebimento direto do Rio Cadeia e Arroio Macaco Branco.
		Descarrega diretamente no município de Sapucaia do Sul e São Leopoldo o Rio dos Sinos e Sanga Schuck.
RIOZINHO	Arroio com município de São Francisco de Paula, Rio Rolante com o município de Rolante, Arroio com o município de Santo Antônio da Patrulha.	Recebimento direto das águas do Rio Rolante do município de Rolante e São Francisco de Paula
		Descarrega diretamente no município de Caraá, os Arroios Riozinho e Linha Sete.
ROLANTE	Rio Rolante com o município de Riozinho, Rio Rolante com o município de Taquara, Arroio Açoita Cavalo com município de Taquara.	Recebimento direto das águas do Rio Rolante e Arroio Açoita Cavalo do município de Taquara.
		Descarrega diretamente no município de Riozinho o Rio Rolante e Arroio Riozinho e no município de Santo Antônio da Patrulha, o Arroio Rolantinho.
SÃO LEOPOLDO	Rio dos Sinos e Arroio Gaúcho com Novo Hamburgo, Sanga do Schuck e Rio dos Sinos com o município de Portão	Recebimento direto das águas do Rio dos Sinos e sanga do Schuck do município de Portão e Arroio Roselândia do município de Estância Velha.
		Rio dos Sinos descarrega diretamente no limite entre Portão e Sapucaia do Sul, e Arroio João Correa e Córrego dos Cassel em Sapucaia do Sul.
SAPIRANGA	Rio dos Sinos com os municípios de Novo Hamburgo e Campo Bom.	Possui todas as nascentes dentro dos limites do município.
		Descarrega diretamente nos municípios de Novo Hamburgo e Campo Bom pelo Rio dos Sinos.
SAPUCAIA DO SUL	Arroio Sapucaia com o município de Gravataí, Rio dos Sinos com Nova Santa Rita e Portão	Recebimento direto das águas do Arroio João Correa e córrego dos Cassel do município de São Leopoldo e Rio dos Sinos dos municípios de Portão e Nova Santa Rita
		Descarrega principalmente no Rio dos Sinos, na divisa com Portão e Nova Santa Rita, atingindo Esteio em seguida. Também descarrega a porção periférica da área urbana em Esteio através do Arroio Sapucaia.
TRÊS COROAS	Rio Paranhana com Canela, Arroio José Velho com São Francisco de Paula, Arroio Três Irmãos com Taquara, Rio Paranhana e Arroio Kampff com Igrejinha.	Recebimento direto das águas do Arroio Angabeí e afluentes do Rio Paranhana de Canela e do Arroio Irapuru do município de Gramado
		Descarrega diretamente no município de Igrejinha o Rio Paranhana

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

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.

A responsabilidade pelas questões que envolvem a gestão municipal, é organizada no Poder Executivo, principalmente em nível de secretarias.

Cada município apresenta uma estrutura própria de secretarias, muitas vezes agrupando assuntos distintos.

O PRODUTO 5 – Base de Dados do presente projeto, na seção 2.5.2 que trata sobre a gestão dos municípios, apresenta uma sequência de cinco quadros onde podem ser visualizadas todas as secretarias, em cada município que integra esse estudo e sua competência ou não sobre os serviços de drenagem urbana, esgotos pluviais e limpeza urbana.

Para a bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, a responsabilidade pela questão da drenagem urbana, em cada município, pode ser resumida conforme Quadro 33 abaixo:

Quadro 33 - Gestão sobre a Drenagem Urbana por município

MUNICÍPIO	SECRETARIA
ARARICÁ, CANOAS, ESTÂNCIA VELHA E SAPUCAIA DO SUL	Secretaria de Obras
NOVA HARTZ E TAQUARA	Secretaria de Obras e Serviços Urbanos
IGREJINHA	Secretaria de Obras e Trânsito
ROLANTE	Secretaria de Obras e Transporte
PAROBÉ	Secretaria de Obras e Veículos Pesados
PORTÃO	Secretaria de Obras e Viação
NOVO HAMBURGO E SAPIRANGA	Secretaria de Obras Públicas e Serviços Urbanos
ESTEIO	Secretaria de Obras Viárias e Serviços Urbanos
CAMPO BOM	Secretaria de Obras, Serviços Urbanos e Trânsito
RIOZINHO	Secretaria de Obras, Trânsito e Serviços Urbanos
CARAÁ	Secretaria de Obras, Viação e Serviços
TRÊS COROAS.	Secretaria de Obras, Viação e Trânsito

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

De maneira geral, nas prefeituras dos municípios que integram esse diagnóstico, é observado que ocorre uma falta de planejamento dos gestores municipais, somado à falta de regulamentação da drenagem urbana.

Isso é observado em praticamente todos os municípios, e os anos vêm demonstrando o acúmulo de prejuízos decorrentes dessa incapacidade gerencial.

A falta de planejamento e regulamentação (Plano Diretor de Drenagem Urbana) é evidenciada pela forma como os municípios cuidam da drenagem urbana, gerencia que não é realizada pelas mesmas secretarias em todos os municípios, ou seja, sem padronização das divisões pela bacia, embora todas as secretarias citadas anteriormente sejam do mesmo ramo.

Cabe reforçar nesse diagnóstico, que a drenagem urbana na parte da macrodrenagem (córregos e rios de origem natural e artificial), tem como função escoar a água das precipitações sobre a bacia.

Este aporte precipitado é, posteriormente, drenado pelos sistemas de microdrenagem (tubulações, bocas de lobo e sarjetas), que absorvem a água dos grandes sistemas.

Portanto, uma estrutura como esta exige controle e gestão eficazes para que não haja extravasamento, o que pode provocar alagamentos tanto em grandes áreas quanto em pontos específicos.

Os principais instrumentos de planejamento da prestação de serviços de manejo das aguas pluviais existentes são os PMSB's, os quais estão concluídos para praticamente 100% dos municípios contemplados na área de abrangência do presente estudo, exceto Taquara, que se encontra em fase de elaboração do documento, já em execução de audiências públicas.

A grande maioria dos PMSB foi elaborada no ano de 2014, com dados levantados em campo no período entre Ago/2013 e Dez/2013.As observações apontadas pelos Planos Municipais de Saneamento Básico dos municípios que integram a bacia do Rio dos Sinos, relacionadas ao planejamento do manejo das águas pluviais são:

- Em termos de planejamento todos 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;
- Com exceção de Novo Hamburgo, Canoas e São Leopoldo, os municípios restantes não possuem um departamento específico de drenagem urbana, encarregado de centralizar as ações de planejamento e gestão do sistema.

  Mesmo assim, e incluindo estes três municípios, na sua totalidade as gestões 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;
- Identificam-se interfaces significativas com outras secretarias e órgãos municipais, como as de Planejamento, Desenvolvimento Urbano, Obras, Educação, Saúde, Fazenda, Habitação, Meio Ambiente, entre outros.

O mesmo critério é adotado para a fiscalização das águas pluviais:

- As ações de fiscalização restringem-se à aprovação de projetos, até obtenção dos alvarás e "habite-se". Após a liberação do imóvel não são feitos acompanhamentos em relação à manutenção das taxas de ocupação previstas pelo plano urbanístico, cuja variável serve de parâmetro para dimensionamento das obras hidráulicas;

- A título de exemplo, para fins de normatização do serviço de fiscalização, a PM de Novo Hamburgo dispõe desde 2010, de um Boletim Técnico do Município de Novo Hamburgo – Obras em Vias Públicas, Drenagem Pluvial, Pavimentação e Sinalização, que tem por objetivo estabelecer diretrizes e detalhamentos que orientem para a execução dos serviços e obras.

  Trata-se de um material elaborado com base nas Normas Técnicas da ABNT, DAER e do DNIT referentes ao assunto e que define as especificações mínimas exigidas pelo município;

  O Boletim Técnico é parte integrante das ações de fiscalização das obras públicas e particulares, constituindo-se em parte indispensável dos contratos e projetos.

  Está disponível na página eletrônica do município, sendo permanentemente corrigido e complementado, dirimindo as dúvidas e aprimorando as técnicas construtivas, visando à melhoria dos equipamentos urbanos e da qualidade de vida dos munícipes, interagindo com o meio ambiente;

  O Boletim Técnico é um instrumento importante, embora se identifique a necessidade de que o referido manual seja ampliado no que tange aos procedimentos de elaboração de projetos de drenagem, metodologias de cálculo, precipitação de projeto e principalmente em relação às taxas de ocupação e consequentes coeficientes de escoamento superficial “run off”, para cada sub-bacia nas áreas urbanas e rural, entre outras sugestões de melhoria.

O mesmo critério é adotado para a operação da água pluviais:

- De maneira geral os 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.

  Especialmente para as áreas mais críticas esta ação específica exige planejamento antecipado, quando da eventual ocorrência de precipitações mais intensas;
- A definição de responsabilidades de forma proativa em se tratando de operação e manutenção das redes de drenagem, bem como a centralização do planejamento de ações prioritárias em função da criticidade e eventuais riscos à população, deve ser estabelecida nos planos de saneamento visando à universalização dos serviços;
- Destaca-se a importância operacional das áreas onde estão implantados os sistemas de proteção contra cheias, que exigem continuada atenção e serviços de manutenção, pela necessidade de que o conjunto formado pelos canais internos coletores, reservatórios de amortecimento, casa de bombas e comportas possam funcionar quando necessário;

- Ressalta-se que um colapso estrutural no sistema de diques de proteção, ou a falta de energia elétrica para alimentação do sistema de bombeamento, pode acarretar sérios riscos de danos a bens e pessoas, que habitam as áreas protegidas.
- Novo Hamburgo e São Leopoldo compartilham um SPCC, na margem direita do Rio dos Sinos, o que exige uma ação conjunta, tanto em termos operacionais, quanto em função das manutenções preventivas.

O Quadro 34 extraído do PRS-SINOS, apresenta as seguintes constatações quanto ao planejamento, operação, fiscalização e regulação dos serviços de drenagem nos municípios da bacia do Rio dos Sinos.

Quadro 34 - Planejamento, operação, fiscalização e regulação dos serviços de drenagem

ITEM	MUNÍCIPIO	GESTÃO DISPERSA	PROJETOS E OBRAS EM DESACORDO COM PDDU	FALTA DE PADRONIZAÇÃO	PLANO DIRETOR DE DRENAGEM	DEGRADAÇÃO POR RSU E SES	SPCC SEM GERAÇÃO DE ENERGIA	FALTA DE SOLUÇÕES INTEGRADAS
1	ARARICÁ	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	N.A.	SIM
2	CAMPO BOM	SIM	SIM	SIM	-	SIM	N.A.	-
3	CANOAS	-	SIM	SIM	-	SIM	SIM	-
4	CARAÁ	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	N.A.	SIM
5	ESTÂNCIA VELHA	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	N.A.	SIM
6	ESTEIO	SIM	SIM	SIM	-	SIM	N.A.	-
7	IGREJINHA	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	N.A.	SIM
8	NOVA HARTZ	SIM	SIM	SIM	-	SIM	N.A.	-
9	NOVA SANTA RITA	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	N.A.	SIM
10	NOVO HAMBURGO	-	SIM	-	NÃO	SIM	SIM	SIM
11	PAROBÉ	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	N.A.	SIM
12	PORTÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	N.A.	SIM
13	RIOZINHO	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	N.A.	SIM
14	ROLANTE	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	N.A.	SIM
15	SÃO LEOPOLDO	-	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM
16	SAPIRANGA	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	N.A.	SIM
17	SAPUCAIA DO SUL	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	N.A.	SIM
18	TAQUARA	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	N.A.	SIM
19	TRÊS COROAS	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	N.A.	SIM

(Fonte: PRS-SINOS, 2014)

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).

Cabe destacar que no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul, há ainda os seguintes mecanismos e instrumentos disponíveis para o planejamento de ações na área de abrangência da bacia do Rio dos Sinos:

- Consórcio Pró-Sinos – Consórcio Público de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos;
- Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres Naturais – 2012/2014 – Criado pelo Decreto nº 49.915, de 30 de novembro de 2012;
- Conselho Deliberativo da Região Metropolitana – CDM e Gabinete de Governança da Região Metropolitana;
- METROPLAN – Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional;
- COMITESINOS – Comitê de Preservação e Gerenciamento e Pesquisa da Bacia do Rio dos Sinos – Criado pelo Decreto nº 32.774, de 17 de março de 1988;
- COREDES – Conselhos Regionais de Desenvolvimento;
- Associações de Municípios;
- Órgãos representativos das Microrregiões;

4.7.2 Investimentos para Universalização e Fontes de Recursos

Embora o Plano de Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos [PBH-SINOS] e o Plano Regional de Saneamento Básico da Bacia do Rio dos Sinos [PRS-SINOS] tenham sido apresentados como instrumentos de planejamento integrado, os demais planos municipais e regionais são encarados pelas administrações públicas como unidades “isoladas” da bacia hidrográfica.

O município detém a responsabilidade pelo planejamento do saneamento nos quatro eixos: água, esgoto, resíduos e drenagem.

Entretanto é sabido que os limites políticos devem ser transcendidos tendo em vista a definição das melhores soluções para os problemas relacionados à gestão, fiscalização, regulação e operação dos sistemas de drenagem.

Decorridos dois anos das apresentações do PBH-SINOS e do PRS-SINOS, realizadas em 2014, algumas metas previstas como imediatas, para o prazo de 2 anos, ainda não haviam sido concretizadas.

Dentre as metas do PRS-SINOS, destacam-se o cadastro topográfico da rede de macrodrenagem dos municípios e a definição e implantação da regulação dos serviços de gestão das águas pluviais.

Observa-se apenas algumas iniciativas isoladas de municípios para execução dessas metas, como ocorreu com o município de Esteio que em 2015 contratou a execução do Plano Diretor de Manejo das Águas Pluviais das Bacias de Drenagem, contemplando cadastro topográfico da rede de drenagem.

O Quadro 35 apresenta as metas do PRS-SINOS com início previsto para os anos de 2014 a 2015, para as quais foram associados diversos Programas, Projetos e Ações.

Quadro 35 - Metas para os anos de 2014 a 2015 Plano Regional de Saneamento Básico da Bacia

META	DESCRIÇÃO
1	Capacitação do corpo técnico das administrações municipais para às novas exigências da Lei 11.445/2007.
2	Elaborar um caderno de encargos para normatização e padronização dos produtos referentes a projetos e obras de infraestrutura e ênfase em drenagem urbana.
3	Realizar o cadastro topográfico da rede de macrodrenagem, sobretudo os canais dos cursos d'água principais, como Arroios e rios.
4	Zoneamento de inundações, através de estudos de modelagem matemática dos cursos d'água.
5	Elaborar um plano regional de educação ambiental visando a inserção do saneamento ambiental nos planos de educação ambiental existentes.
6	Definir e implantar a regulação dos serviços de gestão das águas pluviais.

(Fonte: PRS-SINOS, 2014)

Já as ações relacionadas à drenagem urbana previstas no PBH-SINOS, e com prazos de implementação em 2014 e 2015, foram as seguintes:

- Ampliação e operação de sistema de alerta de cheias;
- Zoneamento de áreas inundáveis;
- Estabelecimento de diretrizes para retenção de águas pluviais (rurais e urbanas).

Percebe-se a correspondência apenas em uma ação, a de zoneamento de áreas de inundação, cujo prazo para implementação também foi de dois anos pelo PBH; esta foi considerada uma das ações prioritárias no Plano de Ações do PBH-Sinos.

No escopo do Projeto VerdeSinos foi desenvolvido um estudo sobre o espaço de extravasamento natural das cheias, que resultou em uma mancha de inundação.

A mancha da parte baixa da Bacia, entre Campo Bom e Canoas foi aprovada pelo Comitê Sinos em Nov/2015 e as partes médias e altas, entre Sapiranga e Caraá, foram aprovadas também pelo Comitê Sinos em Maio/2016.

Mesmo tendo sido aprovado pelo Comitê Sinos, esse zoneamento constituiu-se em uma questão polêmica entre as instâncias técnicas e políticas envolvidas.

Embora as informações sobre os problemas identificados nos municípios quando da elaboração do PMSB, sejam do ano de 2013, o que se observa na avaliação dos problemas identificados pelos FIDE's, noticiários de jornais e estudos publicados, é de que o projeto de gestão das águas ainda se encontra em debate, o que é saudável, considerando que o assunto segue em pauta de discussão em diversos plenários.

Recentemente, durante o Seminário sobre o Plano de Águas Pluviais da RMPA, organizado pela METROPLAN, no dia 2 de maio de 2016, o professor Carlos E.M.Tucci frisou a importância de que houvesse comunicação entre os órgãos públicos e gestores das águas, de maneira a que se propusessem soluções que viessem a satisfazer a coletividade.

A falta de comunicação entre instituições que recebem investimentos para desenvolver estudos sobre a Bacia do Rio dos Sinos, é evidente. Essa falta de troca e mesmo indisponibilidade de informações, acarreta prejuízos aos municípios e a sua população, pois o Rio ocupa suas áreas marginais sempre que as cheias ocorrem, inundando áreas urbanizadas.

Soluções como medidas estruturais (barragens, diques, canais, entre outras) e mesmo medidas não-estruturais (legislação urbanística, zoneamento de áreas de risco, sistema de alerta contra cheias, etc.) poderiam ser propostas de forma mais eficaz a partir do embasamento de todas as informações disponíveis sobre a bacia, tanto pelos municípios, como pelo estado, ou pelos comitês e demais instituições.

O Quadro 36 extraído do PRS-SINOS apresenta um resumo das necessidades de cada município em relação ao manejo das águas pluviais.

Quadro 36 - Resumo do diagnóstico regional da Bacia do Rio dos Sinos

PROBLEMA	CAUSA	TIPO DE MEDIDA
Interface com municípios vizinhos pelo Rio dos Sinos e afluentes.	Falta de planejamento na interface existente com os municípios vizinhos que compartilham as mesmas bacias de contribuição.	NÃO ESTRUTURAL
Interface com municípios vizinhos pelo Rio dos Sinos e afluentes.	Falta de planejamento na interface existente com os municípios vizinhos que compartilham as mesmas bacias de contribuição.	NÃO ESTRUTURAL
Posicionamento do município em mais de uma bacia hidrográfica.	Desalinhamento do planejamento dos recursos hídricos regionais.	NÃO ESTRUTURAL
Implantação de obras de drenagem urbana sem o devido planejamento em termos de consideração da ocupação efetiva atual e futura prevista pelo Plano Diretor Urbanístico.	Falta de planejamento, execução e procedimentos para implementação e aprovação do Projeto Lei do Plano Diretor de Drenagem.	NÃO ESTRUTURAL
Desatualização e falta de padronização dos estudos de planejamento para a drenagem urbana.	Necessidades de solucionar problemas relacionados ao planejamento da drenagem urbana.	NÃO ESTRUTURAL
Ausência de cadastro topográfico e estrutural da rede de micro e macrodrenagem.	Falta de planejamento de longo prazo.	NÃO ESTRUTURAL
Ações de manutenção e limpeza corretiva dos canais sem uma análise estatística das intervenções.	Falta de registros em forma de banco de dados georreferenciado para análise das ações frequentes de manutenção.	NÃO ESTRUTURAL

PROBLEMA	CAUSA	TIPO DE MEDIDA
Comprometimento da qualidade da água e das estruturas do sistema de drenagem.	Existência de lançamentos de efluentes domésticos na rede pluvial.	NÃO ESTRUTURAL
Comprometimento da qualidade da água e das estruturas do sistema de drenagem.	Sobreposição de atribuições. Carência de equipamentos e pessoal para fiscalização de lançamento de resíduos na rede.	NÃO ESTRUTURAL
Desconhecimento do volume de sedimentos e sua frequência nos canais de macrodrenagem.	Ações corretivas de limpeza somente mediante demanda, sem registro em banco de dados.	NÃO ESTRUTURAL
Lançamento de resíduos sólidos diretamente na rede de canais.	Falta de uma consciência adequada referente ao lançamento de resíduos na rede.	NÃO ESTRUTURAL
Assoreamento dos canais de macrodrenagem com sedimentos, areia e lodo.	Áreas com solo desprotegido gerando erosão e carreamento de sedimentos e ligações de esgoto na rede pluvial.	NÃO ESTRUTURAL
Falta de fiscalização das taxas de ocupação dos imóveis em relação ao zoneamento proposto.	Falta de instrumento legal que faça a associação entre o planejamento urbano e a drenagem.	NÃO ESTRUTURAL
Falta de interesse da população no cumprimento das proposições restritivas quanto à taxa de ocupação do imóvel.	Ausência de incentivo as práticas sustentáveis na área urbana.	NÃO ESTRUTURAL
Problemas pontuais e frequentes de alagamentos.	Estrutura de drenagem comprometida pelo uso prolongado, presença de assoreamento. Carência de microdrenagem superficial e subterrânea.	NÃO ESTRUTURAL
Habitações subnormais e em situação de precariedade. Falta de regularização dos loteamentos, desmembramentos e edificações em situação irregular.	Ocupação urbana desordenada e falta de investimentos planejados.	ESTRUTURAL
Problemas estruturais e de revestimento dos canais de macrodrenagem.	Desgaste natural e comprometimento estrutural dos canais e pontes existentes.	NÃO ESTRUTURAL
Inexistência de um parâmetro de eficiência e eficácia na prestação de serviços de drenagem urbana.	Falta de regulação do setor de drenagem urbana.	NÃO ESTRUTURAL
Perda de investimentos e implantação de estruturas desalinhadas do planejamento integrado das bacias.	Estudos e projetos desconexos resolvem problemas pontuais, de maneira divergente ao planejamento integrado das bacias.	NÃO ESTRUTURAL
Perda de investimentos e implantação de obras desalinhadas do planejamento integrado.	Geração de perda de receita, potencializando prejuízos pela ocorrência de inundações.	NÃO ESTRUTURAL
Eventual colapso em regime de falta de energia. Risco pela falta de manutenção preventiva das comportas tipo flap, nos municípios com SPCC.	Ausência de equipamento gerador de energia. Comportas tipo flap exige manutenção especial periódica.	NÃO ESTRUTURAL
Falta de banco de projetos que contemplem estudo integrado das bacias de drenagem.	Ausência de Plano Direto de Drenagem e Carência de projetos.	NÃO ESTRUTURAL
Ocorrência de queda de barreiras, desmoronamentos, erosão e deslizamentos.	Ocupação urbana sem planejamento em áreas subnormais, com falta de infraestrutura.	NÃO ESTRUTURAL

(Fonte: PRS-SINOS, 2014)

Com relação a drenagem e manejo de águas pluviais, o PRS-SINOS destaca como principais desafios aos municípios as seguintes questões, as quais estão sendo enfrentadas no desafio de universalizar o saneamento básico:

- Campo Bom, Novo Hamburgo, São Leopoldo, Esteio, Sapucaia, Canoas, Cachoeirinha (este último na bacia do rio Gravataí):
  - Prevenção de enchentes;
  - Planejamento e fiscalização para a prevenção de ocupação urbana de áreas de inundação natural.
- Todos os municípios:
  - Cadastro topográfico da rede;
  - Elaboração ou atualização de plano diretor de drenagem;
  - Regulação;
  - Endereço para a gestão do saneamento, incluindo a drenagem, no organograma das prefeituras.
- Igrejinha, Três Coroas, Parobé, Nova Hartz, Araricá, Caraá:
  - Planejamento do controle de enxurradas para prevenção de problemas de erosão e alagamentos;
- São Francisco de Paula:
  - É um exemplo da necessidade de planejamento integrado dos recursos hídricos, pois drena para cinco (5) bacias.

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 37, apresenta alguns valores apresentados pelos PMSB para universalização dos serviços de manejo das águas pluviais, considerando o limite de 20 anos.

Quadro 37 - Valores previstos pelos PMSB para investimentos em SIG/Drenagem

MUNICÍPIO	INVESTIMENTOS EM SIG / DRENAGEM (em R$)			
	CURTO	MÉDIO	LONGO	TOTAL
ARARICÁ	170.000,00	200.000,00	300.000,00	670.000,00
CAMPO BOM	200.000,00	40.000,00	60.000,00	300.000,00
CARAÁ	70.000,00	100.000,00	150.000,00	320.000,00
ESTÂNCIA VELHA	170.000,00	200.000,00	300.000,00	670.000,00
ESTEIO	270.000,00	400.000,00	600.000,00	1.270.000,00
IGREJINHA	270.000,00	400.000,00	600.000,00	1.270.000,00
NOVA HARTZ	170.000,00	200.000,00	300.000,00	670.000,00
NOVA SANTA RITA	270.000,00	400.000,00	600.000,00	1.270.000,00
NOVO HAMBURGO	590.000,00	400.000,00	600.000,00	1.590.000,00
PAROBÉ	170.000,00	200.000,00	300.000,00	670.000,00
PORTÃO	170.000,00	200.000,00	300.000,00	670.000,00
RIOZINHO	70.000,00	100.000,00	150.000,00	320.000,00
ROLANTE	70.000,00	100.000,00	150.000,00	320.000,00
SÃO LEOPOLDO	270.000,00	400.000,00	600.000,00	1.270.000,00
SAPIRANGA	170.000,00	200.000,00	300.000,00	670.000,00
SAPUCAIA DO SUL	270.000,00	400.000,00	600.000,00	1.270.000,00
TAQUARA	200.000,00	40.000,00	60.000,00	300.000,00
TRÊS COROAS	270.000,00	400.000,00	600.000,00	1.270.000,00
			Total:	14.790.000,00

(Fonte: PRS-SINOS, 2014)

O PRS-SINOS frisa que por se tratarem de medidas que envolvem decisões político-administrativas, algumas questões de caráter intermunicipal apresentam-se de forma facultativa, podendo os municípios decidirem por sua implementação de forma autônoma.

Outras ações exigem a integração com outros municípios, condicionadas pela configuração física da bacia de contribuição, como no caso da presença de um curso d'água limítrofe, ou ainda quando da descarga direta das águas de escoamento superficial.

São as questões intermunicipais, cujas ações de planejamento, implementação de obras (medidas estruturais) e de fiscalização, operação e manutenção (medidas não estruturais) geram comprometimento e necessidade de atuações conjuntas das Municipalidades envolvidas.

As ações regionais, de espectro mais amplo, impõem a necessidade de serem planejadas, executadas e operadas de maneira conjunta, condicionando inclusive as políticas de desenvolvimento urbano municipal, devido à sua interdependência funcional, cujo cumprimento determina a eficácia das proposições implementadas.

Aqui entram os conceitos de vazão de restrição, zoneamento de uso, compensações financeiras pelo comprometimento de propriedades privadas e públicas, medidas de incentivo fiscal, entre outros.

De acordo com o PRH-SINOS o valor total de investimentos previstos, é da ordem de R$ 3 Bilhões de Reais. Os maiores investimentos previstos estão nos programas que efetivamente introduziriam intervenções estruturais, e correspondem à 98% dos investimentos propostos para o Plano da Bacia do Rio dos Sinos.

Os demais programas que tratam sobre despoluição dos recursos hídricos e representam melhorias ambientais, embora de menor percentual frente aos dois programas que demandam os maiores investimentos, representam R$ 47 milhões.

O PRS-SINOS, assim como os PMSB apresentam de forma mais detalhada as estimativas de custo dos investimentos de cada município nas ações de regulação, comitê, caderno de encargos, capacitação, alerta de inundações, educação ambiental, manutenção periódica, base de custos, manejo de APPs e SIG/Drenagem, conforme apresentado no Quadro 37 acima

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. As possibilidades estão listadas a seguir.

- **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). Para os financiamentos nacionais temos:

- 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.

Para os financiamentos internacionais temos aqueles que 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.

5 SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO – SES

5.1 Definições e Legislação Aplicável

A Lei Federal nº 11.445/07 - Lei do Saneamento Básico - estabelece que toda edificação permanente urbana deve ser conectada às redes públicas de esgotamento sanitário disponíveis e está sujeita ao pagamento de tarifas decorrentes da conexão e do uso desses serviços, e que, na ausência de redes coletoras públicas, serão admitidas soluções individuais de afastamento e destinação final dos esgotos sanitários.

Essa mesma lei previu a criação do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB, 2013) que estabeleceu metas e ações visando à universalização dos serviços de saneamento básico.

Em relação ao esgotamento sanitário coletado, o PLANSAB colocou a meta de elevar o índice de tratamento até 93% em 2033. O próprio governo federal, passados pouco mais que 2 anos do lançamento do plano, reconhece que se trata de uma meta "ousada".

O PLANSAB classificou como "atendimento adequado" para esgotamento sanitário as seguintes situações:

- Coleta de esgotos, seguida de tratamento;
- Uso adequado de fossa séptica, ou seja, "sucedida por pós-tratamento ou unidade de disposição final, adequadamente projetados e construídos".

Por outro lado, classificou como "atendimento precário" as seguintes situações:

- Coleta de esgotos, não seguida de tratamento;
- Uso de fossa rudimentar.

Sobre as fossas sépticas, o PLANSAB apresenta uma consideração importante:

> *Embora, para efeito de conceituação do atendimento, as fossas sépticas tenham sido consideradas como solução adequada, para a estimativa de investimentos o número de fossas sépticas existentes não pode ser considerado integralmente aproveitável para a população a ser futuramente atendida. Por um lado, apesar de significativa mudança no número de fossas sépticas enumeradas pelo Censo Demográfico de 2010, observando-se uma redução relativa desta categoria em relação ao Censo Demográfico de 2000, infere-se que ainda há problemas de classificação indevida, denominando-se de fossas sépticas diferentes tipos de fossas precárias, devido a dificuldades inerentes aos levantamentos de campo, que necessitam ser aprimorados. Por outro, domicílios atendidos por fossas sépticas adequadas podem passar a contar com rede coletora de esgotos no futuro, podendo conduzir a que essas fossas sejam desativadas ou tenham seu efluente lançado nesta rede.*

A interface entre sistemas de esgotamento sanitário (SES) e sistemas de drenagem urbana é bastante clara. A ausência de sistema separador absoluto faz com que o esgotamento sanitário seja conduzido ao sistema de drenagem.

Dessa forma sobrecarrega o sistema de drenagem em termos de vazão e acúmulo de resíduos sólidos.

Além disso, ao receber contribuições de fossas sépticas inadequadas ou rudimentares, aumenta significativamente o nível de poluição no sistema de drenagem, potencializando as questões de saúde pública em tempos de cheias.

Obras de drenagem, como bacias de contenção urbana, popularmente conhecidas como "piscinões", tornam-se soluções viáveis somente quando existe sistema separador absoluto. Sem esse sistema, a água acumulada por eventos de precipitação pode atingir níveis de poluição intoleráveis, transformando a solução de drenagem em um problema ambiental.

Estando implantado, a meta a ser alcançada é de uma operação independente entre os sistemas pluvial e cloacal, conforme explicitado pelo regulamento da AGERGS sobre serviços de água e esgoto da CORSAN (art. 36): *"Nos sistemas de esgoto do tipo separador absoluto, é vedado ao usuário a introdução de águas pluviais na instalação predial de esgoto, ficando o infrator sujeito à multa prevista na Tabela de Infrações".*

A solução de sistemas mistos de esgotamento sanitário, com todos os problemas que acarreta, ainda possui carência de regulação.

A AGERGS, no final de 2015, apresentou uma minuta de resolução normativa definindo responsabilidades na implantação, operação e manutenção de sistemas mistos de esgotamento sanitário nos municípios conveniados com a AGERGS. Nessa minuta consta que "a vazão mínima de esgoto misto a ser tratada nunca será inferior à vazão de esgoto sanitário produzida na área de abrangência do sistema misto".

No Rio Grande do Sul, as soluções de sistemas de esgotamento sanitário que contemplam tratamento de esgoto estão sujeitas às resoluções CONSEMA 128/2006, que trata dos "Padrões de Lançamento de Efluentes Líquidos" e 245/2010, que dispõe sobre o "Licenciamento de Sistemas de Esgotamento Sanitário".

A resolução de 2006 contemplou a necessidade de redução de índices de fósforo e nitrogênio, que acabou tornando obsoletas muitas estações de tratamento implantadas.

Já a resolução de 2010, parcialmente transcrita a seguir, indica a necessidade de previsão do SES no Plano Municipal de Saneamento Básico e o atendimento aos padrões de emissões.

Por outro lado, apresenta uma certa flexibilidade ao permitir o atendimento às metas de uma forma progressiva.

> *Art 3º. Para fins de Licença de Instalação, o SES deverá estar previsto no referido Plano de Saneamento e sua concepção geral deverá contemplar os seguintes aspectos:*
>
> *I. todas as etapas de coleta, tratamento e lançamento dos efluentes tratados;*
>
> *II. a totalidade do esgotamento sanitário na sua área de abrangência;*
>
> *III. o cronograma de implantação;*

IV. apresentar os dados de população de início e fim do Estudo de Concepção do SES.

Art. 4º. Para fins de obtenção de Licença de Operação dos SES novos é necessário o atendimento das condicionantes relacionadas abaixo:

I. implantação de ETE com tratamento para atendimento dos padrões de emissão referentes aos parâmetros DBO5,20, DQO e SS, determinados pela legislação em vigor;

II. Implantação de interceptores que conduzam os efluentes à ETE, considerada a sua adequação ao processo de tratamento adotado e à implantação gradativa de sistema separador absoluto.

Art. 5º. Os SES existentes poderão ser enquadrados nesta Resolução desde que apresentem o cronograma de atendimento às metas progressivas, visando ao atendimento dos padrões da legislação vigente e de acordo com o Plano de Saneamento.

5.2 Características Gerais do Esgotamento Sanitário na Bacia

Na Bacia do Rio dos Sinos, o nível de atendimento de esgotamento sanitário com separador absoluto e tratamento adequado ainda é muito baixo.

Os municípios de Novo Hamburgo, São Leopoldo e Nova Hartz possuem autarquias próprias para abastecimento de água e esgotamento sanitário. Já em Araricá e Caraá esses serviços encontram-se sob a responsabilidade da administração direta do município.

Todos os demais municípios são atendidos pela CORSAN. A responsabilidade de operação desses sistemas se dá através da SURSIN (Superintendência do Rio dos Sinos).

5.3 Situação atual do esgotamento sanitário

Diversos trabalhos foram desenvolvidos na Bacia do Rio dos Sinos relacionados com a qualidade da água. Os baixos índices de qualidade verificados, devem-se ao lançamento de efluentes industriais e de esgotos domésticos.

Nos últimos anos, o controle sobre as indústrias tem sido intensificado, mas não se verificou avanço significativo sobre o esgotamento sanitário.

De acordo com os dados do SNIS de 2014, menos de 10% da população da bacia estaria atendida com sistema de esgotamento sanitário. Canoas, São Leopoldo e Novo Hamburgo seriam os municípios com maior cobertura de esgotamento sanitário (índice de coleta de esgoto), sendo que parte da cobertura de Canoas encontra-se na Bacia do Rio dos Sinose na Bacia do Lago Guaíba.

Dentre os quantitativos e indicadores compilados pelo SNIS tendo como referência o ano de 2014, verifica-se que apenas 8 municípios possuem rede de esgotos sanitários, conforme o Quadro 38.

Quadro 38 - Indicadores do SNIS 2014 para municípios do Sinos

MUNICÍPIO	CAMPO BOM	CANOAS	ESTÂNCIA VELHA	ESTEIO	IGREJINHA	NOVO HAMBURGO	SÃO LEOPOLDO	SAPUCAIA DO SUL
ES003 - Quantidade de economias ativas de esgotos (Economias)	34	25.222	462	1.360	321	3.539	13.072	2.214
ES004 - Extensão da rede de esgotos (km)	30	136	7	1	3	36	100	2
ES026 - População urbana atendida com esgotamento sanitário (hab)	97	74.564	1.377	4.043	885	12.415	34.202	6.620
IN015_AE - Índice de coleta de esgoto (percentual)	0.2%	17.8%	3.3%	4.0%	2.9%	6.1%	21.4%	4.3%
IN016_AE - Índice de tratamento de esgoto (percentual)	0.0%	100.0%	13.1%	85.3%	0.0%	100.0%	100.0%	79.1%

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Os demais municípios não apresentam valores para indicadores de esgotamento sanitário no SNIS.

Em consulta ao sistema de licenciamento da FEPAM, verificou-se que apenas o SES de Esteio conta com Licença de Operação em vigor, atendendo uma população de 8.670 hab. O licenciamento de outros sistemas de esgotamento sanitário existentes na bacia corre por ha.

Os sistemas mais antigos têm dificuldade de renovar a licença, visto que a maioria não consegue atender aos parâmetros da resolução CONSEMA 128/2006.

Um exemplo típico é o da ETE Vicentina, de São Leopoldo, implantada em 1995, que teve a última licença de operação (LO 3116/2006-DL) válida apenas entre 2006 e início de 2008. A obra de ampliação e adequação à resolução do CONSEMA iniciou-se em 2012, mas sofreu paralisações e ainda não está concluída.

Dentre os programas estabelecidos pelo Plano de Bacia do Rio dos Sinos (2014), consta o programa de "Redução das Cargas Poluidoras". Determinou-se para esse programa uma agenda mínima contemplando as seguintes ações:

- Redução de carga poluidora em áreas urbanas - Esgotamento Sanitário;
- Redução de poluição em áreas rurais;
- Redução de poluição no setor industrial;
- Ações para disposição adequada de resíduos sólidos;
- Controle sobre o uso de agrotóxicos.

Dentre as ações desse Programa, a plenária do Comitê Sinos, de 11/6/2014 indicou como ação prioritária a redução de carga poluidora em áreas urbanas através do esgotamento sanitário, mesmo tendo conhecimento que seu custo é bastante superior ao das demais ações propostas.

5.4 Sistema de Esgoto Existente e Planejado por Município

A seguir é apresentada uma avaliação dos sistemas de esgotamento sanitário de cada município da bacia.

5.4.1 Três Coroas

O município de Três Coroas é atendido pela CORSAN para abastecimento de água, mas ainda não possui tratamento de esgoto sanitário. O sistema de esgotamento é composto basicamente por fossas sépticas cujo rejeito é descarregado na rede pluvial.

O projeto de um novo SES, apresentado na Figura 91 foi desenvolvido com recursos da primeira fase do PAC. O projeto prevê a implantação de uma estação de tratamento de esgotos, 2 estações elevatórias e 24 km de redes coletoras.

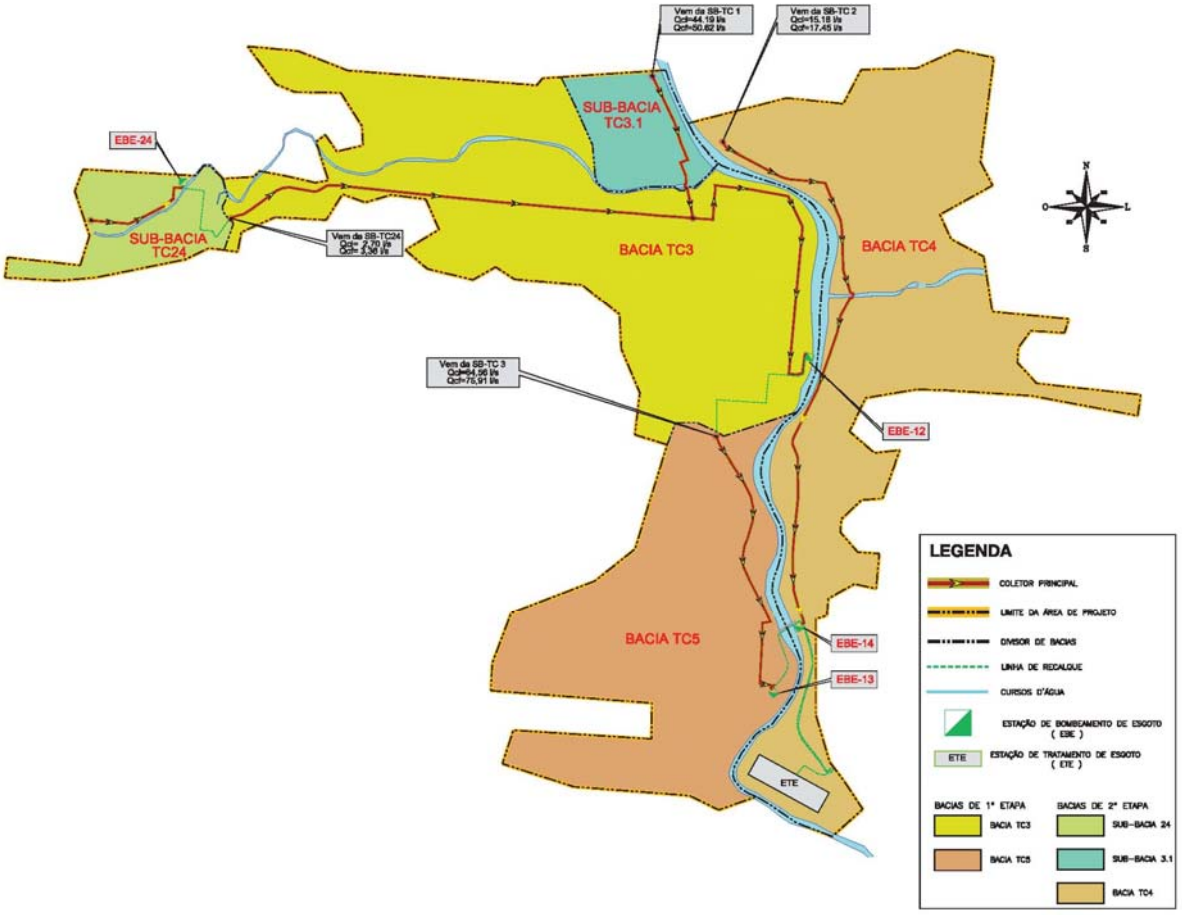


Figura 91 - Projeto de SES em Três Coroas
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Para a implantação do SES, os recursos são originados do BNDES. Mesmo com recursos do PAC 2 contratados desde 2012 para a implantação do projeto completo, no início de 2016 tanto o processo de licenciamento ambiental (encaminhado para a FEPAM em 2011) não tinhas sido concluído, assim como o Edital de licitação da obra ainda não tinha sido publicado.

A fase de diálogo com a população, através de um diagnóstico socioterritorial, iniciou no final de 2015, com a aplicação de um questionário junto a residências e moradores nos que seriam os primeiros beneficiados com o esgotamento sanitário: bairros Centro, Vila Nova e parte do CTG.

O Edital desse serviço prevê 2.513 ligações domiciliares de esgoto para atender 6.315 pessoas, ou seja, em torno de 30% da população urbana.

5.4.2 Igrejinha

O município de Igrejinha é atendido pela CORSAN para abastecimento de água e esgotamento sanitário. De acordo com o SNIS, o esgotamento sanitário em Igrejinha não evoluiu no período entre 2011 e 2014, mantendo-se o índice de coleta de esgotos de 2,9%.

Esse índice refere-se ao único sistema de tratamento de esgoto sanitário coletivo que ocorre no município de Igrejinha. Trata-se de um sistema de tratamento de pequeno porte no Loteamento COHAB, localizado no Bairro Figueira.

A Lei Municipal 1864/93, que instituiu o Código de Edificações de Igrejinha, torna obrigatória a instalação de fossa séptica e sumidouro, referindo-se às normas técnicas ABNT NBR 7229, 8160 e ao Regulamento de serviços de água e esgoto da CORSAN. Em 2010, a Lei Municipal 4218/10 alterou a redação, substituindo a obrigatoriedade de sumidouro por filtro anaeróbico, que deveria ser dimensionado conforme NBR 13969 de 1997.

O município mantém um programa permanente de orientação técnica sobre métodos construtivos, dimensionamento, operação e manutenção dos sistemas individuais de tratamento.

O Projeto do SES de Igrejinha foi elaborado com recursos do PAC 1 contratados em 2008, porém ainda não foi beneficiado com outros recursos do PAC para a execução das obras.

O projeto divide o município em 5 bacias de esgotamento sanitário e prevê a implantação de uma ETE de grande porte na Rua da República, com capacidade de processar 50 l/s de vazão de esgoto. O processo de licenciamento ambiental ainda está em andamento na FEPAM.

A Prefeitura Municipal contratou em 2012 o Plano Municipal de Gestão Integrada de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário, executado pela Geoarq Consultoria Ambiental.

De acordo com esse estudo, a meta de atingir 25% da população do município vai acontecer a médio prazo (6 a 10 anos), com a implantação completa do projeto já desenvolvido. Após esse período, o plano propõe uma taxa de implantação de sistemas de esgotamento sanitário de tal forma que possa acrescentar em torno de 5% de população atendida ao ano.

5.4.3 Caraá

No conjunto de municípios abrangidos pelo presente estudo, Caraá é o que possui menor população urbana, mas, por outro lado, é o que apresenta maior população rural.

O serviço de abastecimento de água e esgotamento sanitário é de responsabilidade da Prefeitura Municipal, através da Secretaria de Administração, Fazenda e Planejamento.

O município de Caraá não possui registrado no SNIS 2014 atendimento por sistema de esgotamento sanitário.

O Código de Edificações (Lei Municipal 747/2006), regula que as construções apresentem solução de tratamento individual, com fossa, filtro e sumidouro.

O município em 2009 contratou a elaboração de projeto de um sistema de esgotamento sanitário. A execução desse projeto foi garantida com recursos obtidos através do PAC.

Em outubro de 2015, o município obteve Licença Prévia da FEPAM (LP 539/2015) para implantação de uma ETE no Bairro Vila Nova, com capacidade de 2,42 l/s (209 m³/dia) para atender aproximadamente 100 famílias, abrangendo parte da área urbana do município.

A mesma licença também autoriza a implantação de rede coletora e construção de um emissário final, com canalização fechada, até o Arroio Vila Nova.

5.4.4 Riozinho

O município de Riozinho não possui registrado no SNIS 2014 atendimento por sistema de esgotamento sanitário.

Apenas no final de 2014 é que foi instituído o Código de Obras do Município de Riozinho (Lei Municipal 1296/14). A lei torna obrigatória a instalação de tanques sépticos, conforme NBR 7229 e poço sumidouro ou filtro anaeróbio (NBR 13969).

A lei também permite que as águas servidas excedentes do sumidouro ou filtro anaeróbio sejam escoadas pela rede de esgoto pluvial, quando essa existir no logradouro.

Um estudo de concepção e projeto executivo para sistema de esgotamento sanitário foi contratado pela CORSAN com recursos do PAC 1 e concluído em 2010.

De acordo com o PMSB, citando o Plano de Expansão da CORSAN, soluções com sistema separador absoluto devem ser implantadas em 19,4% das economias.

O tratamento deve incluir mais 9,7% das economias que serão atendidas com um sistema misto. Portanto, a meta de atendimento para Riozinho para 2035 é uma das mais baixas da bacia do Rio dos Sinos: 29,1% das economias.

5.4.5 Rolante

O município de Rolante não possui registrado no SNIS 2014 atendimento por sistema de esgotamento sanitário.

O Código de Edificações do município foi instituído em 1980 (Lei Municipal 337/80). A lei exige no Art.82 a colocação de uma fossa sanitária de "tipo aprovado pela Secretaria da Saúde", sem maiores detalhamentos.

Rolante foi beneficiado com recursos do PAC para instalação do esgotamento sanitário e implantação da rede nas bacias AR01 e AR03.

O serviço de abastecimento de água de Rolante é operado pela CORSAN-SURSIN, mas a implantação da rede de esgotamento sanitário está sendo executada através da Prefeitura Municipal.

Em dezembro de 2014, o município obteve Licença de Instalação da FEPAM (LI 899/2014) para implantação do SES Rolante.

O SES contempla a construção de uma ETE localizada na Estrada do Rolantinho, 36 km de rede coletora atendendo as bacias AR01 e AR03, elevatórias, linhas de recalque e emissários.

A capacidade da ETE é de 45 L/s e está licenciada para atender uma população bastante superior à população de final de plano estimada para 2035 em 22.834 hab. A ETE está licenciada para os seguintes níveis de tratamento:

- tratamento preliminar, composto por medidor de vazão, gradeamento e desarenador;
- tratamento primário, composto por 1 reator de leito fluidizado (RALF) e filtro aerado;
- tratamento secundário/terciário, composto por unidades de floculação, flotação por ar dissolvido (FAD) e filtração anaeróbia, complementarmente 8 leitos de secagem para desidratação dos lodos e 1 unidade de desinfecção.

As obras foram iniciadas em novembro de 2015, com previsão de conclusão da ETE em 2017 e início da operação do sistema em 2019.

A Licença de Instalação também exige a execução das seguintes ações:

- Projeto de Melhoria/Adensamento da Mata Ciliar do Rio Rolante, com plantio de espécies nativas da mesma região fitogeográfica;
- Criação de Área de Proteção Municipal no entorno do empreendimento.

5.4.6 Taquara

Taquara é o único município no presente estudo que não contava com Plano Municipal de Saneamento Básico disponível, visto que o trabalho está sendo iniciado em 2016.

Não há registros no SNIS 2014 de sistemas de esgotamento sanitário em Taquara.

Como a implantação do SES de Taquara recebeu recursos do PAC 2, 3ª Seleção, o seu cronograma de execução está indefinido.

O Edital CN 026/2015 da CORSAN, que tratava da implantação de rede coletora, estações elevatórias e ramais prediais com abertura programada em junho/2015, teve o certame suspenso.

O Termo de Referência desse Edital previa o atendimento das bacias AS1, AS2 e AT2 com a implantação de 73 km de rede coletora, 6.713 ligações prediais e 3 estações elevatórias.

Além do previsto nesse Edital, para completar o SES Taquara ainda restaria a implantação da estação de tratamento de esgoto de 100 L/s, 34 km de rede coletora, 7 estações de bombeamento e 1.639 ligações. Ver Figura 92.

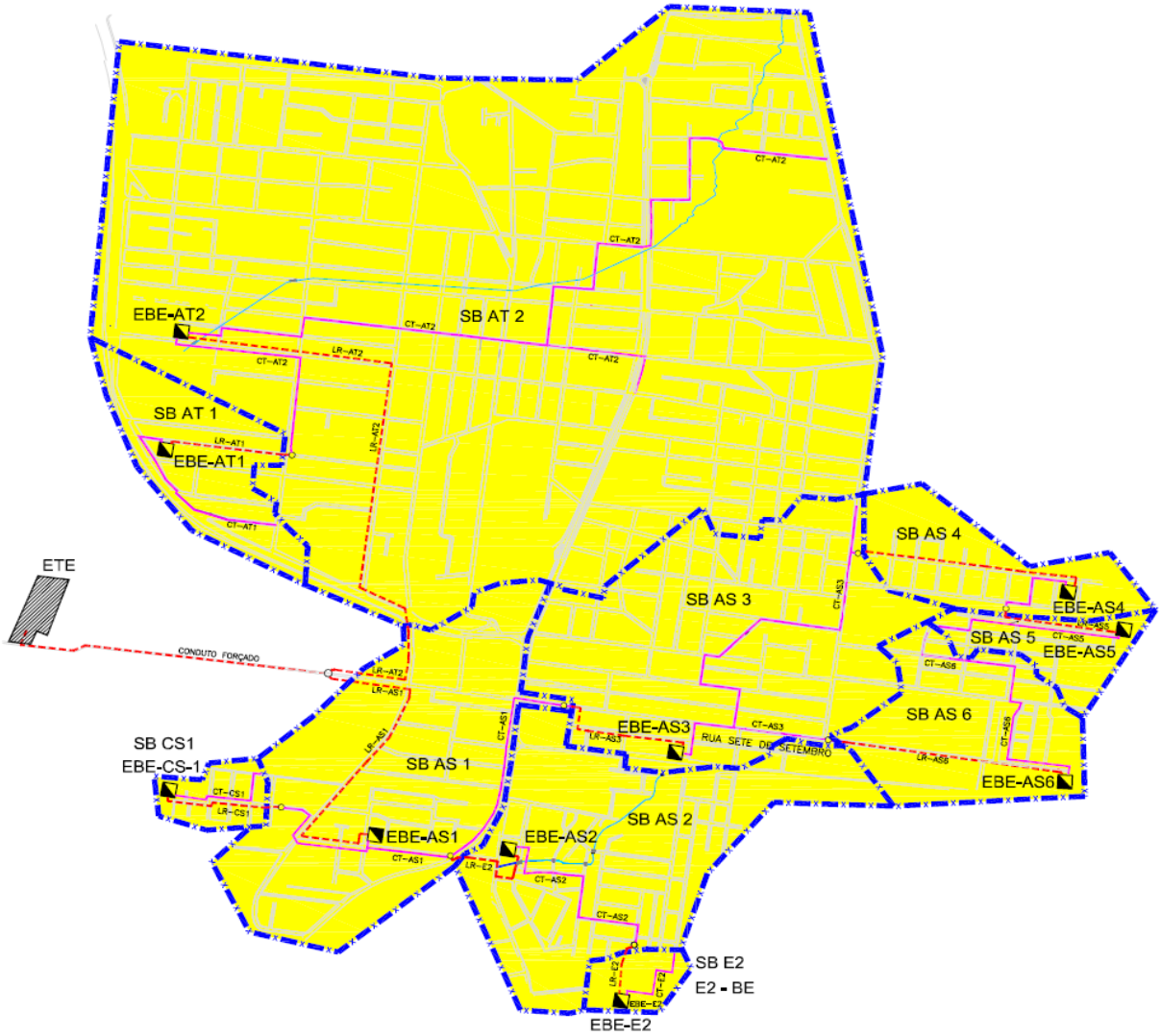


Figura 92 - Sistema de Esgotamento Sanitário de Taquara (Fonte: CORSAN)

5.4.7 Parobé

Parobé ainda não possui um sistema de tratamento de esgotamento sanitário em operação, assim como não possui registro de tal sistema no SNIS 2014. Como ocorre nos municípios da região, o esgotamento em geral é feito através da rede pluvial ou fossa séptica.

Para reverter esse quadro, Parobé, através da CORSAN, foi um dos beneficiados pelo PAC 1 com recursos para elaboração de projeto de sistema de esgotamento sanitário e, no final de 2013, pelo PAC 2 (Grupo 1 - terceira seleção) com recursos para implantação desse sistema.

Mesmo com esses recursos disponíveis, a CORSAN está enfrentando dificuldades em licitar as obras do SES Parobé. O Edital RDC 007/14, de julho de 2014, fracassou visto que a única licitante apresentou preço acima do orçamento sigiloso.

A licitação foi relançada no Edital RDC 020/14, em outubro de 2014, e novamente no Edital RDC 027/14, em dezembro de 2014, mas a situação foi deserta em ambos certames.

Até o início de 2016 não havia sido publicada nova licitação, e com a restrição de desembolso de recursos do PAC 2 3ª seleção, provavelmente não irá ocorrer nesse ano.

Dessa forma, ainda não é possível estimar a época de início de operação do novo sistema, nem qual a população que seria inicialmente atendida.

A Licença de Instalação mais recente é a LI 547-2015, obtida junto à FEPAM em agosto de 2015, referindo-se à instalação da primeira etapa do SES Parobé.

A licença contempla a instalação de uma nova ETE, localizada na Estrada Ursulina da Silva, região conhecida como Areia Branca, com capacidade de atendimento para 30.000 hab., que representa 60% de toda população do município.

A ETE está licenciada para ser instalada com 50 L/s ou 4.320 m3/dia. O tratamento do esgoto sanitário será por lodo ativado, com aeração prolongada e pós desnitrificação, constituído de:

- tratamento preliminar (gradeamento, desarenador e medidor de vazão);
- tratamento secundário (tanque de aeração, decantador biológico);
- tratamento terciário (decantação terciária, desinfecção em tanque de contato).

Os níveis de eficiência de tratamento licenciados são compatíveis com os dispostos na Resolução CONSEMA 128/2006. O efluente tratado será lançado através de tubulação fechada no Arroio Funil.

Também contempla a instalação de 62 km de rede coletora nas sub-bacias F2 (1 a 3) e F3 (1 a 3).

O SES é complementado com 6 novas estações de bombeamento.

Ver Figura 93 a seguir:

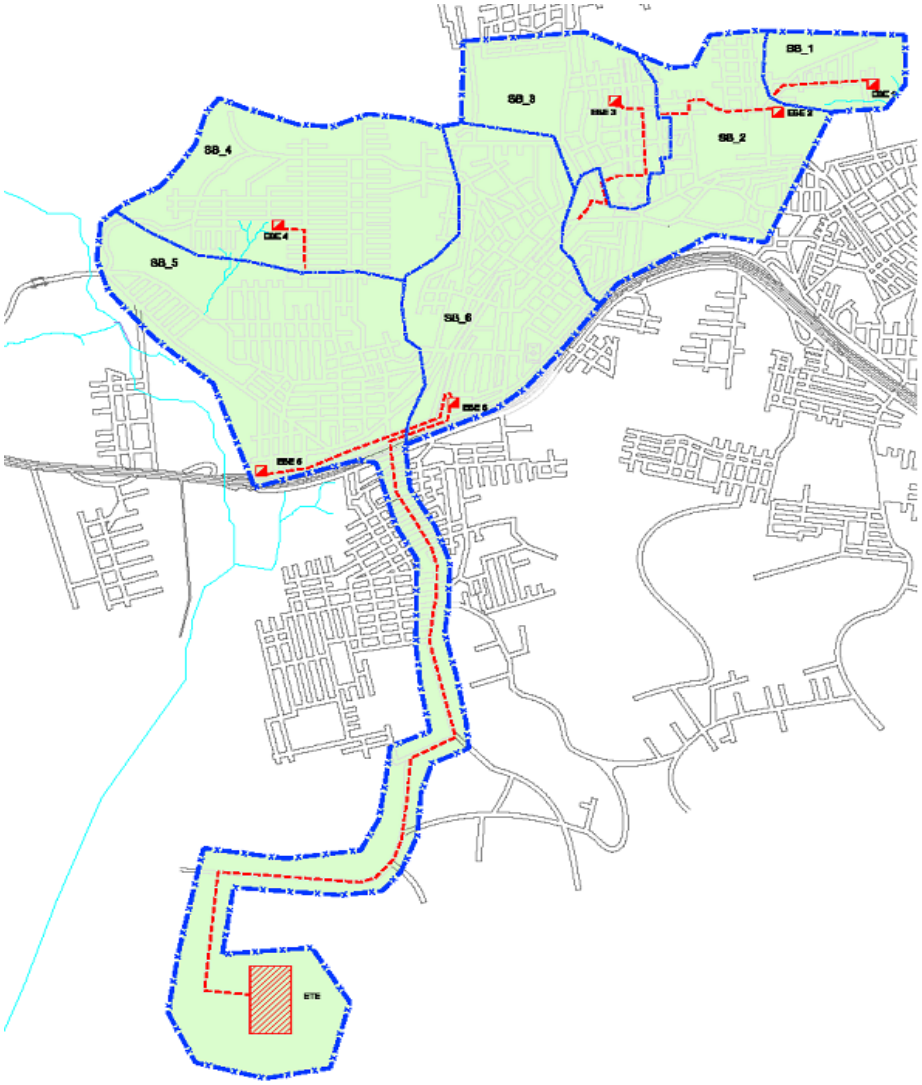


Figura 93 - Sistema de Esgotamento Sanitário Parobé
(Fonte: CORSAN)

5.4.8 Araricá

O município de Araricá não possui contrato com a CORSAN. Os assuntos relacionados a esgotamento sanitário são tratados pela Secretaria de Obras e Serviços Urbanos.

O abastecimento de água na zona urbana ainda é através de soluções individuais, visto que o sistema de abastecimento de água encontra-se em implantação.

De maneira similar, a situação do esgotamento sanitário é precária, com exceção de poucas economias, que possuem sistema próprio de abastecimento, e estão ligadas a estações de tratamento de esgoto de pequeno porte: ETE Dr. Maurício Barani, ETE Conceição, e ETE Rodolfo Dreier, conforme consta no PMSB. Entretanto, não há registro dessas ligações no SNIS 2014.

Dentre as ações propostas no PMSB, encontra-se a necessidade de "instituir um sistema municipal de planejamento e fortalecimento institucional do órgão municipal responsável pela prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário".

Encontra-se em elaboração projeto de sistema de esgotamento sanitário apoiado com recursos do PAC 2. O PMSB enquadra as metas de Araricá para implantação de esgotamento sanitário nas metas da Região Sul do Brasil, ou seja, 94% de tratamento do esgoto coletado em 2033.

A lei municipal 906/2010, que institui o Plano Diretor, obrigava o Poder Executivo a encaminhar legislações específicas para a Câmara de Vereadores, que incluía Código de Obras e Edificação. Como tal legislação não foi elaborada ainda, não existe uma regulação do município quanto à construção de soluções de tratamento de esgoto individuais.

5.4.9 Nova Hartz

A situação de Nova Hartz é bastante semelhante a do seu vizinho, Araricá. Os serviços de água e esgoto são de responsabilidade do próprio município.

A autarquia Águas da Nascente - Serviço Municipal de Saneamento Ambiental foi criada no ano 2000. De acordo com o PMSB, a CORSAN presta apoio no planejamento da implantação do sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário, mas a operação deverá ficar sob responsabilidade do município.

Não há registros no SNIS 2014 de soluções de esgotamento sanitário no município. O PMSB, entretanto, aponta alguns novos loteamentos que estão implantando rede coletora e estação de tratamento.

Encontra-se em elaboração projeto de sistema de esgotamento sanitário apoiado com recursos do PAC 2, contemplando 23 km de rede coletora, estação de bombeamento e estação de tratamento.

O PMSB aponta como metas 50% de cobertura com rede separadora e tratamento em 2017, atingindo 70% no final de plano (2035). Essas metas devem ser revistas, considerando que no início de 2016 não havia perspectiva de data para início de obras.

O Plano Diretor do município (lei ordinária 1450/2009) condiciona a aprovação do "habite-se" na ligação do esgoto ao futuro sistema de tratamento coletivo ou à instalação de sistema de tratamento próprio. Porém, não há legislação específica que instrua sobre esse sistema, como código de obras ou edificações.

5.4.10 Sapiranga

Os domicílios de Sapiranga, em geral, possuem fossa séptica, com ou sem sumidouro, e estão ligados à rede pluvial.

Apenas duas pequenas estações de tratamento de esgoto administradas pela prefeitura no bairro Amaral Ribeiro encontram-se em operação, atendendo 620 domicílios, conforme destacado no PMSB. Existe previsão de ampliação desse sistema, que passa a denominar-se SES Amaral Ribeiro, conforme Licença de Instalação 269/2015-DL.

A LI trata da implantação de rede coletora nos bairros João Goulart, Pinheirinho, Operários e Sol Nascente (segunda etapa) e na Vila Colina Verde e Loteamento Popular (terceira etapa).

A capacidade do sistema está prevista para atender 9.943 hab. Para a ETE está previsto tratamento terciário, vazão de 15 l/s, e a implantação de uma estação de bombeamento no mesmo terreno.

Também há outra ETE de pequeno porte (10 l/s) com licença de implantação.

O Edital CORSAN RDC 001/13 contratou, pela primeira vez em modalidade RDC para a CORSAN, a implantação de rede coletora na Bacia SA05 (incluindo fornecimento de 75 km de tubulação PVC) e da primeira etapa da primeira fase da EBE SA05.

As obras foram iniciadas em março de 2014. O serviço foi amparado pela Licença de Instalação 158/2012-DI. Também ficou ao encargo da contratada a obtenção de Licença de Operação.

O Edital CN 025/2015 da CORSAN, cujo objeto tratava da implantação da ETE Sapiranga, com abertura programada em junho/2015, teve o certame suspenso. Até fevereiro de 2016 o edital não havia sido relançado.

Conforme o Termo de Referência do Edital suspenso:

Na ETE em referência, o esgoto afluente é recebido por recalque, havendo previsão de tubulações de diversos diâmetros originadas nas elevatórias EBE SA08, EBE SA09, EBE1 e ETE existente. (...)

O projeto contempla três etapas de implantação da ETE, sendo a primeira etapa e a segunda etapa com capacidade de 58,8 l/s cada e a seguinte com 117,6 l/s totalizando 235,2 l/s referente a demanda de fim de plano. Essa licitação tem como escopo a execução da primeira e segunda etapa, totalizando 117,6 l/s

A Licença de Instalação e Ampliação 841/2015 já considera o SES Integrado Campo Bom e Sapiranga. Além de licenciar a implantação da ETE, com capacidade de 120 L/s, contempla a instalação de 127 km de rede coletora em 5 bacias de Campo Bom e 7 estações de bombeamento.

O tratamento é composto por: 01 conjunto de tratamento preliminar, 02 reatores SBR, 01 adensador de lodo, 01 tanque de lodo, 01 lagoa de amortecimento, 02 decantadores terciários, 02 tanques de contato e desinfecção por hipoclorito. O efluente será lançado por canalização fechada no Arroio Sapiranga.

5.4.11 Campo Bom

Conforme o PMSB, o esgotamento sanitário de Campo Bom é constituído de soluções individuais (tanque séptico seguido de filtro anaeróbio), com disposição do efluente na rede pública de drenagem pluvial.

Essa situação acaba por ocasionar um impacto negativo nos cursos d'água que cortam o município.

Em 2011, o SNIS apontava 9 ligações de esgoto, enquanto que em 2014 elevou esse número para apenas 34. O município até o momento contou apenas com soluções próprias para o tratamento de esgoto sanitário.

Desde 2003 o município opera uma ETE no Parque Municipal Arno Kunz, declarada como "em caráter experimental". Essa ETE trata o esgoto misto que acaba sendo lançado nos arroios Weidler e Schmidt, melhorando a qualidade da água lançada no Rio dos Sinos. Não foram identificadas publicações a respeito de parâmetros de eficiência desse tratamento.

Em 2008, a prefeitura obteve Licença Prévia da FEPAM para implantar um SES que atenderia 12.000 hab. na bacia do Arroio Weidler. Entretanto, o projeto não teve sucesso e a licença expirou em 2010.

Mais recentemente, impulsionado pelos recursos do PAC, a CORSAN elaborou Estudo Técnico de Concepção e Projeto Executiva para implantação de um SES, com rede separadora absoluta, que atenderia 60% da população urbana.

Conforme esse projeto, cinco bacias hidrossanitárias são atendidas: Arroio Leão, Santo Antônio, Schmidt, Weidler e 4 Colônias. Todas as bacias conduzem para um coletor tronco e uma estação de bombeamento de esgotos, localizada na bacia de jusante, que é a 4 Colônias.

Em fevereiro de 2016, o Presidente da CORSAN fez um pronunciamento público em Campo Bom sobre a situação da implantação do sistema de esgotamento sanitário naquele município, em conjunto com o prefeito. Nesse pronunciamento, comunicou que o projeto inicial previa a construção de uma ETE no Bairro Mônaco.

Entretanto, a FEPAM informou que não poderia efetuar o licenciamento visto que a ETE se encontra em uma APP. Como trata-se de uma mudança significativa no projeto original, o contrato do PAC foi extinto e a CORSAN, junto com o município, devem buscar nova fonte de recursos.

O projeto teve que ser revisado para atender essas novas condições, e acabou substituindo a ETE por uma estação elevatória. A linha de recalque conduzirá o efluente até a futura ETE Sapiranga, caracterizando então o SES integrado Campo Bom / Sapiranga. Ver Figura 94.

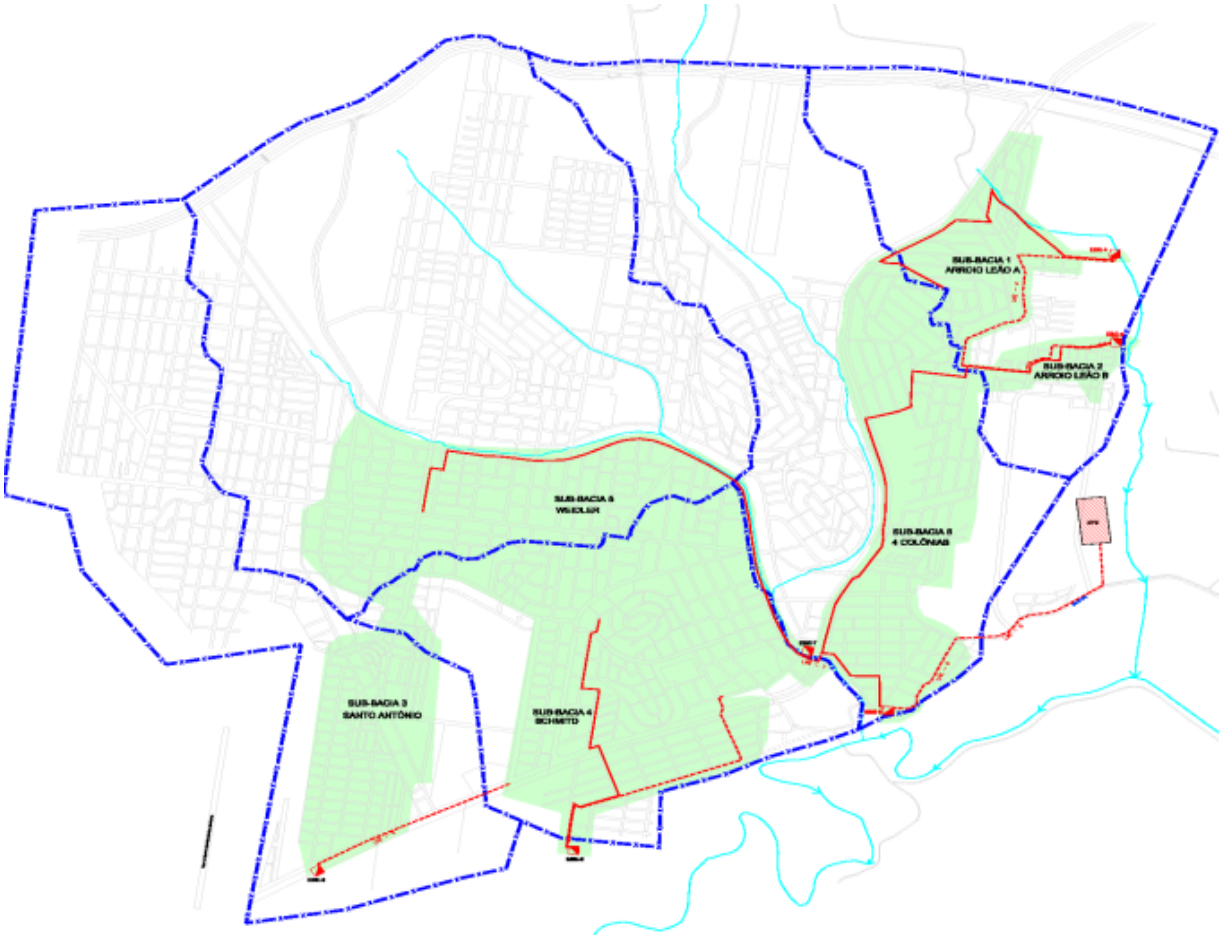


Figura 94 - Sistema de Esgotamento Sanitário Campo Bom
(Fonte: CORSAN)

A implantação da rede em Campo Bom será iniciada pela sub-bacia 4 Colônias, que inclui os bairros Santa Lúcia, 25 de Julho, COHAB Leste e Jardim do Sol. Contempla a implantação de mais de 26 km de redes coletoras e coletor tronco. Inclui também a ligação de 2.215 ramais prediais.

As obras devem ser iniciadas ainda em 2016, com previsão de 3 anos para execução. Os investimentos de mais de R$ 10 milhões virão de recursos próprios da CORSAN e do Fundo Municipal de Gestão Compartilhada.

Os recursos para a execução do restante do projeto deverão ser buscados em outros órgãos de fomento (BID, por exemplo).

5.4.12 Novo Hamburgo

A maior parte da área urbana de Novo Hamburgo utiliza soluções individuais com disposição do efluente no solo ou na rede pública de drenagem pluvial.

Os cursos d´água mais impactados pelo lançamento de esgoto na rede pluvial são os Arroios Luiz Rau e Pampa, que estão entre os de pior qualidade de água dentre os afluentes do Rio dos Sinos. O Arroio Pampa, inclusive, encontra-se a montante do principal ponto de captação para abastecimento de água do município.

Em muitas situações a operação de tratamento de água teve que ser interrompida devido à má qualidade da água captada.

A COMUSA é a empresa municipal responsável pelo planejamento e operação dos sistemas de esgotamento sanitário. Novo Hamburgo possui tratamento de esgoto com separador absoluto apenas em sistemas de pequeno porte implantados em condomínios e loteamentos. Devido ao porte, o licenciamento é de âmbito municipal.

O Quadro 39 a seguir apresenta a relação de empreendimentos de pequeno porte licenciados pelo município em 2014 com Licença de Operação ainda em vigor no início de 2016.

Quadro 39 - SES's em operação em Novo Hamburgo

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	BAIRRO	HAB.	VAZÃO (l/s)	PONTO DE LANÇAMENTO
SES Condomínio Mundo Novo	Canudos	5.000	6	Arroio Wiesenthal
SES Lot. Morada dos Eucaliptos	Canudos	6.000	10	Arroio Eucaliptos
SES Loteamento Jardim da Figueira	Lomba Grande	1.104	2	Arroio Centro
SES Loteamento Campo Verde	Rincão	400	0,6	Rede pluvial
SES Loteamento Palmares	Roselândia	1.455	2,2	Arroio Roselândia
SES Loteamento Morada das Flores	Santo Afonso	490	0,7	Rede pluvial
SES Loteamento Recanto do Sol	Canudos	220	0,3	Rede pluvial
Total		**14.669**	**21,8**	

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Para a solução do esgotamento sanitário nas maiores bacias (Luiz Rau e Pampa), a COMUSA definiu um projeto diferenciado no Plano de Esgotamento Simplificado e detalhado como Projeto Executivo em 2009.

Na fase inicial, o esgoto sanitário seria coletado a partir da rede pluvial e conduzido a um interceptor. Quando não existisse ocorrência de chuvas, todo o esgoto captado no interceptor seria conduzido à nova ETE Luiz Rau / Pampa, a ser construída no bairro Santo Afonso.

Na ocorrência de chuvas, todo o esgoto misto passa por um extravasor e é conduzido diretamente ao Arroio Luiz Rau, ou seja, sem tratamento.

Essa solução teve sua implementação iniciada em 2011, com recursos do PAC, com a construção dos interceptores do Arroio Luiz Rau e da estação de bombeamento.

Os editais de construção da ETE Luiz Rau/Pampa e dos interceptores do Arroio Pampa ainda não tinham sido lançados até o início de 2016, devido a questões de licenciamento ambiental e aprovação do projeto pelo agente financeiro.

Para conseguir atender bacias mais a montante com recursos do PAC 2, que só liberaria recursos para sistemas do tipo separador absoluto, a COMUSA reformulou os projetos de tal forma que pudesse iniciar a implantação do sistema em uma área significativamente menor, mas implantando redes com separador absoluto.

No final de 2015, a COMUSA lançou seu primeiro Edital no modelo RDC para iniciar a execução do SES no Bairro Roselândia.

Essa solução prevê a implantação de 10 km de redes coletoras de esgoto de pequenos diâmetros na sub-bacia 8 da bacia hidrossanitária do Arroio Luiz Rau, três pequenas elevatórias, e uma estação de tratamento de esgotos (ETE Roselândia).

A ETE deve atender à população do bairro Roselândia e do Residencial Munique, estimada em 6.159 hab. em final de plano e com capacidade máxima de 20 L/s.

A obra mais significativa para o esgotamento sanitário de Novo Hamburgo a ser implantada é a ETE Luiz Rau/Pampa. Estima-se que, após entrar em funcionamento, o índice de tratamento de esgoto atingiria em torno de 80% da população.

Entretanto, vale ressaltar que esse sistema melhora a qualidade de água no corpo receptor em tempo seco. A questão do comprometimento da qualidade de água devido à presença de esgoto sanitário na rede pluvial na ocorrência de enchentes somente será resolvido na implantação da segunda fase do projeto, cujo cronograma ainda é indeterminado.

5.4.13 Estância Velha

O projeto executivo do SES de Estância Velha, já executado com recursos do PAC, foi concluído em 2012.

A implantação da primeira etapa do SES de Estância Velha foi objeto do Edital RDC 008/14 da CORSAN e foi vencido pelo Consórcio ACEPAR/GRIMON/MGM, com início das obras ocorrendo em junho de 2015. A Licença de Instalação mais recente é a LI 544-2015, de agosto de 2015.

O escopo da primeira etapa corresponde às bacias sanitárias B1b, com 29 km de rede coletora e B1c, com 15 km de rede coletora. Os coletores tronco totalizam 5 km de extensão.

O total de ligações prediais previstas nessa etapa é de 4.460 unidades, que contemplam 1.958 ligações intradomiciliares.

A EBE a ser construída na região oeste do município é projetada para uma vazão máxima de 213 l/s nessa primeira etapa. O emissário de recalque tem 2,4 km de comprimento para conduzir o efluente até o terreno da nova ETE. Ver Figura 95.



Figura 95 - SES de Estância Velha
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

A ETE Estância Velha terá na primeira etapa a implantação de dois módulos de 50 L/s, já terá capacidade de atender 100 L/s.

Considerando que o licenciamento dessa capacidade suporta toda a população urbana (mais de 30 mil hab.), as etapas de implantação posteriores deverão se concentrar apenas em expansão de rede e estações de bombeamento.

Considerando-se o prazo de execução de 2 anos desse serviço, estima-se que a partir do segundo semestre de 2017, Estância Velha tenha um atendimento de até 50% dos domicílios ligados à nova rede de esgotamento sanitário.

O tratamento do esgoto será por lodo ativado com aeração prolongada e constituído de:

- tratamento preliminar (gradeamento, desarenador e medidor de vazão);
- tratamento secundário (tanque de aeração, decantador biológico);
- tratamento terciário (decantação terciária, desinfecção em tanque de contato).

Considerando a Licença de Instalação, os parâmetros de qualidade de água DQO, Sólidos Suspensos, Fósforo Total, Coliformes Termotolerantes e Nitrogênio Amoniacal enquadram-se nos valores de referência para a faixa de vazão de 100 L/s (ou 8.640 m3/dia) da Resolução CONSEMA 128/2006.

Apenas o parâmetro de DBO de 60 mg/L foi tolerado no licenciamento, visto que para essa faixa de vazão o valor de referência é de 50 mg/L.

O efluente do tratamento será lançado através de canalização fechada no Arroio Portão.

A segunda fase, a ser contratada futuramente, prevê um acréscimo de 3.755 ligações e 50 km de rede, com o objetivo de atender toda a área urbana do município.

5.4.14 São Leopoldo

São Leopoldo é um dos municípios brasileiros que possuem maior tradição em coleta e tratamento de esgoto cloacal, visto que existem soluções implantadas desde 1941.

Infelizmente o investimento nesse sistema não acompanhou a evolução urbana, de tal forma que o sistema atual de esgoto sanitário de São Leopoldo atende apenas a área central, bacias do bairro Feitoria e pequenos sistemas isolados.

O SEMAE - Serviço Municipal de Água e Esgotos, criado em 1971, é a empresa municipal responsável pelo planejamento e operação dos sistemas de esgotamento sanitário.

Mantendo a preocupação na questão do esgotamento sanitário, em 1997 o SEMAE desenvolveu um Plano Diretor de Esgotamento Sanitário, que teve uma revisão em 2008.

Essa revisão reduziu a divisão de 18 bacias sanitárias para 5 bacias: Vicentina, Arroio Kruze, Santos Dumont, Arroio Manteiga e Feitoria.

Observou-se uma retomada no atendimento de novas áreas desde 2008, agregando em torno de 6.000 economias.

A ETE Vicentina, em operação desde 1995 é a principal do município, tratando o esgoto da região Central. A ETE Feitoria entrou em operação em 2010 e atende parte do bairro do mesmo nome. O sistema é completado pelas ETE Tancredo Neves, Distrito Industrial e Arroio Kruse.

O projeto de ampliação do SES na sede municipal encontra-se em andamento com recursos do PAC. A ETE Vicentina encontra-se em obras de ampliação, também contando com recursos do PAC.

A Figura 96 apresenta a configuração atual do sistema de esgotamento sanitário de São Leopoldo, sendo que as áreas em rosa foram implantadas a partir de 2008.

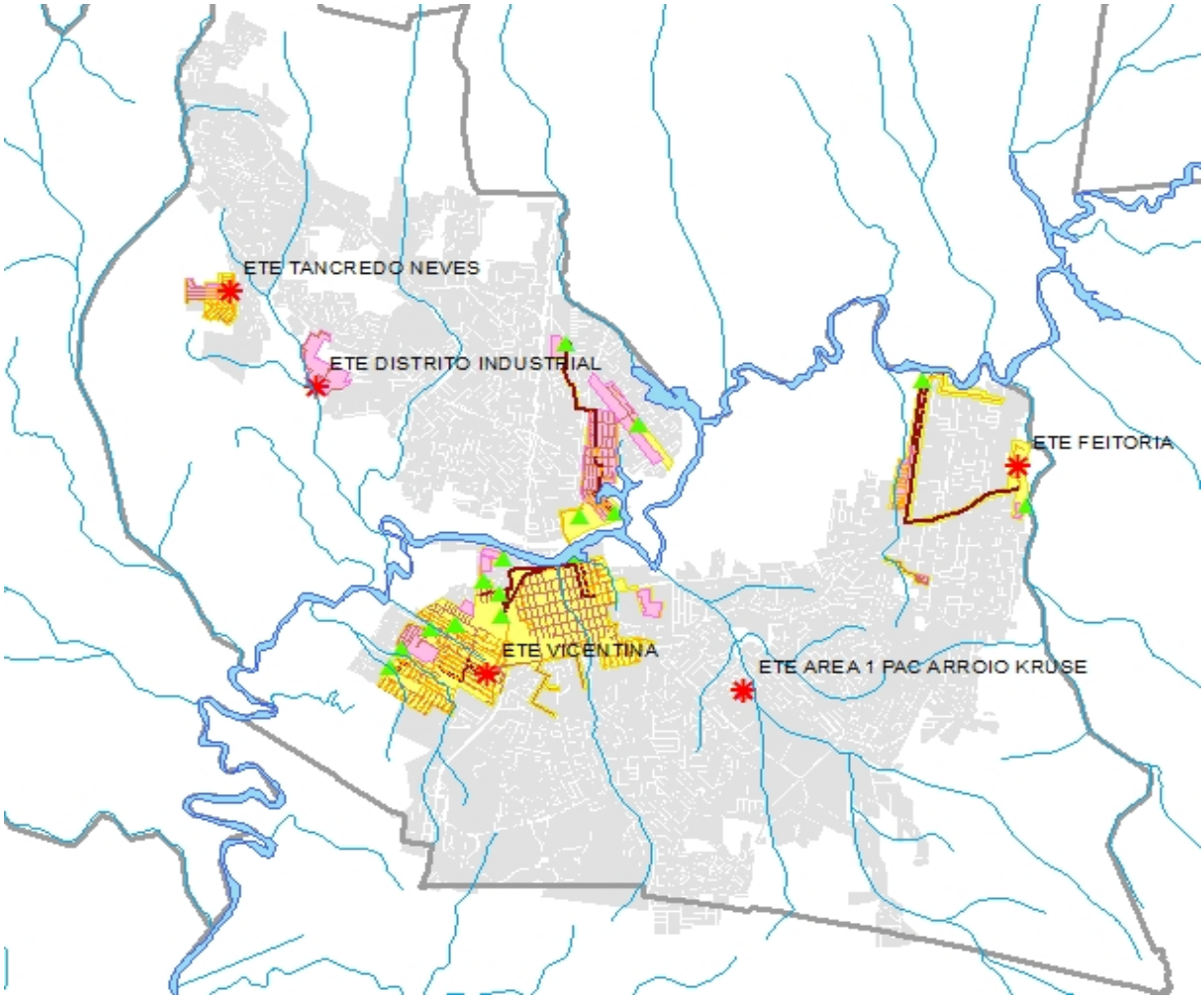


Figura 96 - Sistema de esgotamento sanitário de São Leopoldo
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

5.4.15 Portão

O município de Portão ainda não possui um sistema de esgotamento sanitário em operação. Como ocorre nos municípios da região, o esgotamento em geral é feito através da rede pluvial ou fossa séptica.

Portão foi um dos beneficiados pelo PAC 1 com recursos para elaboração de projeto de sistema de esgotamento sanitário e, no final de 2013, pelo PAC 2 (Grupo 1 - terceira seleção) com recursos para implantação desse sistema.

Mesmo com esses recursos disponíveis, a CORSAN está enfrentando dificuldades em licitar as obras do SES Portão, conforme o projeto apresentado na Figura 97. O Edital RDC 006/14, de julho de 2014, fracassou visto que a única licitante apresentou preço acima do orçamento sigiloso.

A licitação foi relançada no Edital RDC 019/14, em outubro de 2014, e novamente no Edital RDC 028/14, em dezembro de 2014, mas a situação foi deserta em ambos certames.

Até o início de 2016 não havia sido publicada nova licitação de obras, entretanto os processos licitatórios para aquisição de tubos de PVC (40 km) e de ferro fundido (1 km) foram executados com sucesso em 2015.

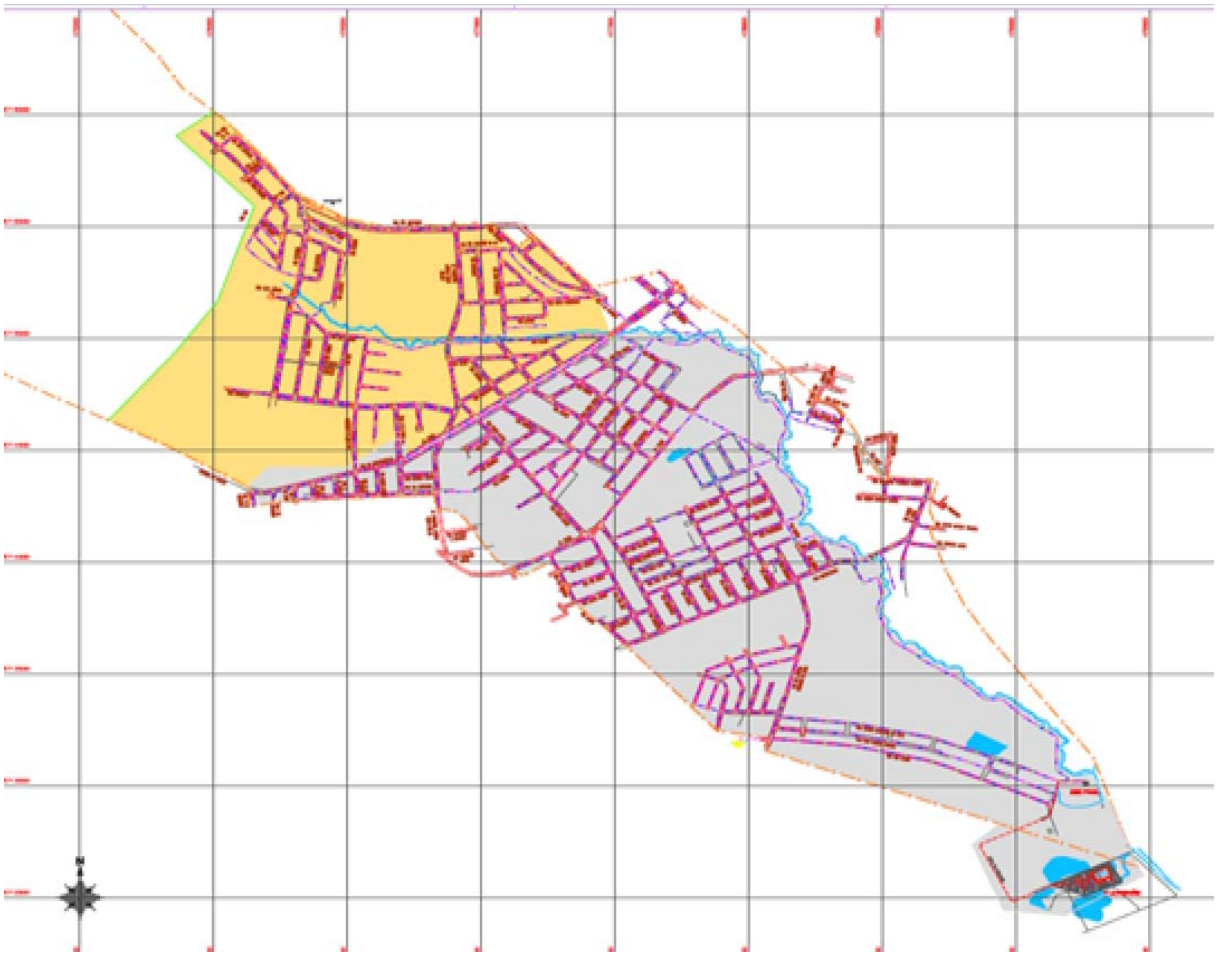


Figura 97 - Projeto do SES de Portão
(Fonte: CORSAN)

Acrescentando-se a questão de restrições de desembolsos do PAC 2, 3ª seleção em 2016, ainda não é possível estimar a época de início de operação do novo sistema, nem a população que será inicialmente atendida.

A Licença de Instalação mais recente é a LI 550-2015, obtida junto à FEPAM em agosto de 2015, referindo-se à instalação da primeira etapa do SES Portão.

A licença contempla a instalação de uma nova ETE, localizada na Estrada do Carioca, localidade de Morretinhos, com capacidade de atendimento para 7.252 hab., que representa aproximadamente 20% da população do município estimada para 2016. Também contempla a instalação de 50 km de rede coletora nas sub-bacias PO-01.

Nesse licenciamento, o SES é complementado com uma nova estação de bombeamento, que terá um emissário por recalque com extensão de 2 km.

A ETE está licenciada para ser instalada com 30 L/s ou 2.592 m3/dia. O tratamento do esgoto sanitário será por lodos ativados em Bateladas (SBR), seguido de decantação assistida (gradeamento, calha Parshall, desarenador, reator SBR, adensador de lodo, lagoa de amortecimento, decantador terciário, desinfecção centrífugas.)

Os níveis de eficiência de tratamento licenciados são compatíveis com os dispostos na Resolução CONSEMA 128/2006. O efluente tratado será lançado através de tubulação fechada no Arroio Portão.

5.4.16 Nova Santa Rita

O convênio que determina a operação dos sistemas de água e esgotamento sanitário foi firmado com a CORSAN em 2009. A CORSAN encaminhou a execução do projeto do SES com recursos do PAC 1 naquela mesma época.

Mesmo com recursos do PAC 2 (Grupo 1 - terceira seleção) contratados no final de 2013, a CORSAN está enfrentando dificuldades em licitar as obras do SES de Nova Santa Rita.

O Edital RDC 010/14, de julho de 2014, fracassou visto que a única licitante apresentou preço acima do orçamento sigiloso.

O Edital foi relançado como RDC 021/14, em dezembro de 2014, mas a licitação foi deserta. Até o início de 2016 não havia sido publicada nova licitação, e é provável que não ocorra essa publicação ainda em 2016, considerando-se os cortes de recursos do PAC 2.

Dessa forma, ainda não é possível estimar a época de início de operação do novo sistema, nem a população que será inicialmente atendida.

A Licença de Instalação mais recente é a LI 542-2015, obtida junto à FEPAM em agosto de 2015. A licença contempla a instalação de uma nova ETE, localizada no bairro Berto Círio, com capacidade de atendimento a toda população urbana.

Também contempla a instalação de 40 km de rede coletora nas sub-bacias SO4, S13 e SO3, atendendo os bairros Berto Círio, Centro e Loteamento Popular. O SES é complementado com 7 novas estações de bombeamento.

A ETE está licenciada para ser instalada com 60 L/s ou 5.184 m3/dia, e 24.657 hab., ou seja, suficiente para atender toda a população urbana atual do município.

O tratamento do esgoto sanitário deverá ser constituído de:

- tratamento preliminar, composto por gradeamento mecanizado, gradeamento manual, desarenador e medidor de vazão;
- tratamento secundário, composto por reatores biológicos em batelada (SBR) com descarga em bacia de amortecimento;
- tratamento terciário: decantação terciária e desinfecção em tanque de contato.

Os níveis de eficiência de tratamento licenciados são compatíveis com os dispostos na Resolução CONSEMA 128/2006. O efluente tratado será lançado através de tubulação fechada no Rio dos Sinos.

5.4.17 Esteio e Sapucaia do Sul

Nos indicadores do SNIS 2014 constam para Esteio os dados de ligações de sistemas privados de tratamento de esgoto nos condomínios Morada de Esteio I e II, atendendo mais de 4 mil pessoas e para Sapucaia do Sul o sistema de tratamento que atende mais de 6,6 mil pessoas em condomínios do bairro COHAB, ambos operados pela CORSAN.

O SES Morada de Esteio possui Licença de Operação 8238/2015, emitida em dezembro/2015 e válida por 4 anos, e está licenciado para uma vazão de operação de 10 L/s e capacidade máxima de atendimento de 6 mil pessoas. Possui nível de tratamento secundário e lançamento de efluente no Arroio Sapucaia. Não foi localizado o licenciamento do sistema em operação em Sapucaia do Sul.

Os municípios de Esteio e Sapucaia do Sul são os maiores beneficiários em termos de implantação de sistema de esgotamento sanitário na Bacia do Rio dos Sinos.

Esses municípios obtiveram o maior volume de investimento do PAC 1 (contrato firmado em 2007, com recursos da OGU de mais de R$ 100 milhões) para implantação de um sistema de esgotamento sanitário integrado entre os dois municípios, visto que são conurbados. E, no âmbito do PAC 2, foram contratados recursos na mesma ordem de grandeza para ampliação do sistema.

Relativo aos recursos do PAC 1, os dois primeiros lotes de rede coletora, correspondendo a 128 km, já foram concluídos. A ETE Esteio foi inaugurada em dezembro de 2014, porém deve entrar em operação somente quando as ligações do bairro Novo Esteio, ao longo de 7,5 km de rede, estiverem concluídas, o que deve ocorrer ainda em 2016.

Esse bairro é justamente um dos mais afetados pelas enchentes em Esteio, e a implantação do sistema deve reduzir o nível de contaminação das águas de enchente, no caso de futuras ocorrências.

A Licença de Operação 7451/2015-DL emitida pela FEPAM em outubro de 2015, diz respeito a primeira fase de operação da nova ETE para 20 L/s, atendendo uma população de 8.670 hab.

A licença contempla 2 estações elevatórias (7 e 7.1), e as seguintes unidades de tratamento na ETE: desarenador com calha parshal, 3 reatores sequenciais a batelada, 1 lagoa de amortecimento, 4 floculadores, 2 decantadores, 1 tanque de contato para desinfecção, 1 lagoa de lodo, 1 adensador de lodo, 1 tanque de lodo e 2 centrífugas.

De acordo com essa licença, a ETE tem dois pontos de lançamento de efluentes no Rio dos Sinos, enquanto o emissário definitivo não for concluído:

> *"O ponto de lançamento 1 (coordenadas -51,186122-29,838630) será utilizado quando a vazão for suficiente para ultrapassar o desnível existente junto à BR 448. Quando a vazão for menor o fluxo seguirá pelo ponto de lançamento 2 (coordenadas -51,187173 - 29,835893)."*

A Licença de Instalação de Ampliação 818/2015-DL, de dezembro de 2015, com validade de 5 anos, já contempla a implantação completa do sistema, com a ETE atingindo a capacidade máxima de tratamento de 1.035 L/s.

Essa capacidade licenciada é bastante alta, contemplando 447 mil hab., que corresponde aproximadamente ao dobro da população dos dois municípios.

Vale ressaltar que o índice de crescimentos desses municípios é bastante baixo, visto que praticamente não possuem áreas livres para expansão urbana.

A licença contempla também um emissário final com extensão de 1,6 km e tubulação fechada até o lançamento no Rio dos Sinos, 270 km de rede e 6 estações de bombeamento.

A configuração licenciada da ETE a ser ampliada é a mesma que consta na licença de operação, acrescentando apenas 1 reator sequencial aos 3 existentes.

O SES Esteio / Sapucaia do Sul é formado por 13 bacias de esgotamento sanitário, numeradas de 0 a 12. Os projetos do PAC em execução correspondem à implantação da primeira etapa, contemplando principalmente as bacias localizadas em Esteio: 10, 11, 9, 3, 2, 1, 0 e 4.

As bacias remanescentes, que se encontram na maioria em Sapucaia do Sul, devem ser atendidas em uma segunda etapa, ainda sem recursos definidos.

Com o término de todas as obras da primeira etapa e a ligação dos moradores ao sistema, a cobertura de esgoto saltará para 90,5% em Esteio e 47,6% em Sapucaia do Sul.

De acordo com o PMSB de ambos os municípios, esses índices já seriam atingidos em 2018.

5.4.18 Canoas

O Plano Diretor de Canoas, atualizado em dezembro de 2015, implementa, no âmbito da Estratégia de Infraestrutura e Saneamento, o Programa de serviços de esgotamento sanitário, assim como o de abastecimento de água, e o programa de drenagem urbana e sistema de proteção contra cheias.

Conforme o Art. 49 do Plano Diretor:

> *O Programa do Sistema de Esgotos Sanitários objetiva a universalização do atendimento, da coleta, do transporte e do tratamento dos efluentes de forma que permitam a disposição das águas servidas, no corpo receptor, preservando as condições do meio ambiente.*

Dessa forma, mesmo com o serviço de esgotamento sendo prestado pela CORSAN, Canoas está dedicando um olhar atento a essa questão.

Ainda antes do advento das obras do PAC, Canoas já possuía um sistema de esgotamento sanitário com separador absoluto, cobrindo parte do município. De acordo com o SNIS 2014, Canoas possui mais de 25 mil economias com ligação a uma rede de esgotamento sanitário.

Avaliando-se o cadastro de ramais georreferenciado da CORSAN, percebe-se que aproximadamente metade dessas economias (em torno de 12,8 mil) recaem na Bacia do Rio dos Sinos.

Dessa forma, na Bacia do Rio dos Sinos, o número de economias atendidas em Canoas, antes do cenário de implantação do PAC, fica bastante próximo ao de São Leopoldo.

De acordo com o PMSB, a extensão da rede implantada em Canoas é de 142 km.

Um conjunto de 22 estações elevatórias compõe o sistema atual, conduzindo o esgoto coletado até a ETE Mato Grande. Entretanto, conforme citado no PLAMSAB, a inoperância de algumas elevatórias, fez com que o esgoto coletado nos bairros Guajuviras, São José e Igara ficasse por um longo período sendo lançado no sistema de drenagem antes de alcançar o destino projetado.

Recentemente foi concluída uma reforma completa na EBE Secundária no bairro Guajuviras para auxiliar na regularização desse atendimento. O bairro Guajuviras apresenta outra dificuldade, visto que se observa a ocorrência de construção de moradias irregulares sobre redes coletoras e inclusive poços de visita. Isso dificulta a operação do sistema pelo difícil acesso à rede para ações de manutenção.

A ETE Mato Grande está localizada no bairro de mesmo nome e lança seus efluentes no Canal Rio Branco, que por sua vez deságua no Arroio das Garças, à montante de uma importante captação de água da CORSAN.

O ponto de lançamento está na área da Bacia do Lago Guaíba. De acordo com o PLAMSAB, a vazão de contribuição para a ETE Mato Grande estava na ordem de 54 L/s.

Diversas tentativas de execução de obras de expansão na ETE Mato Grande têm sido executadas pela CORSAN. Após algumas licitações suspensas ou fracassadas em 2014, a última tentativa ocorreu no Edital CN 029/2015 da CORSAN, com abertura programada em junho/2015, mas que teve o certame suspenso.

Conforme o Termo de Referência desse Edital:

> *A estação de tratamento de esgotos denominada Mato Grande, localizada no município de Canoas, foi construída com a previsão de serem implantados quatro módulos iguais, utilizando o processo de lodos ativados na variante aeração prolongada. No entanto, apenas um dos módulos foi construído. Este módulo sofrerá uma reforma através desta contratação, ficando com a capacidade de 322 l/s, além disso, deverão ser construídos 2 (dois) novos módulos de 322 l/s perfazendo na conclusão deste contrato 3 módulos operacionais de 322 l/s cada, totalizando 966 l/s.*
>
> *A referida Estação de Tratamento é composta por três fases no que diz respeito ao processo propriamente dito: Tratamento Preliminar (Elevatória de Esgoto Bruto, Gradeamento, Desarenador); Tratamento Secundário (Reatores Biológicos, Decantação, Elevatória de Retorno); Desidratação de Lodos (Adensamento de Lodo e Leitos de Secagem).*
>
> *O desenvolvimento do projeto de ampliação da estação teve como premissa básica, a necessidade de adaptar a estação de tratamento às exigências ambientais, em particular a Resolução CONSEMA 128/2006, além de aumentar a capacidade de tratar os esgotos de toda a área urbana de Canoas.*

A execução da ampliação da ETE Mato Grande é crítica para viabilizar o tratamento do esgoto coletado pela rede em implantação.

Os lotes I e II, executados com recursos do PAC 1, foram concluídos em 2015, agregando-se 63 km de rede coletora e interceptora, 4 estações elevatórias e um emissário de mais de 5 km. Foram executadas também 4.993 ligações prediais.

Apesar de concluída, essa rede ainda não tinha entrado em operação no início de 2016. Encontram-se em andamento dois contratos de obras que utilizam recursos do PAC 2:

- Rede coletora com aproximadamente 10 km e 667 ramais prediais no bairro Jardim Atlântico, elevatória de esgoto ELE 8B e emissário, em execução desde abril de 2013 (contrato CORSAN 083/13);
- Rede coletora com aproximadamente 21 km e 1862 ramais prediais nas bacias 11, 12, 13 e 15, em execução desde dezembro de 2014 (contrato CORSAN 253/14).

A Figura 98 apresenta as bacias hidrossanitárias e as etapas das obras do PAC a qual estão associadas.

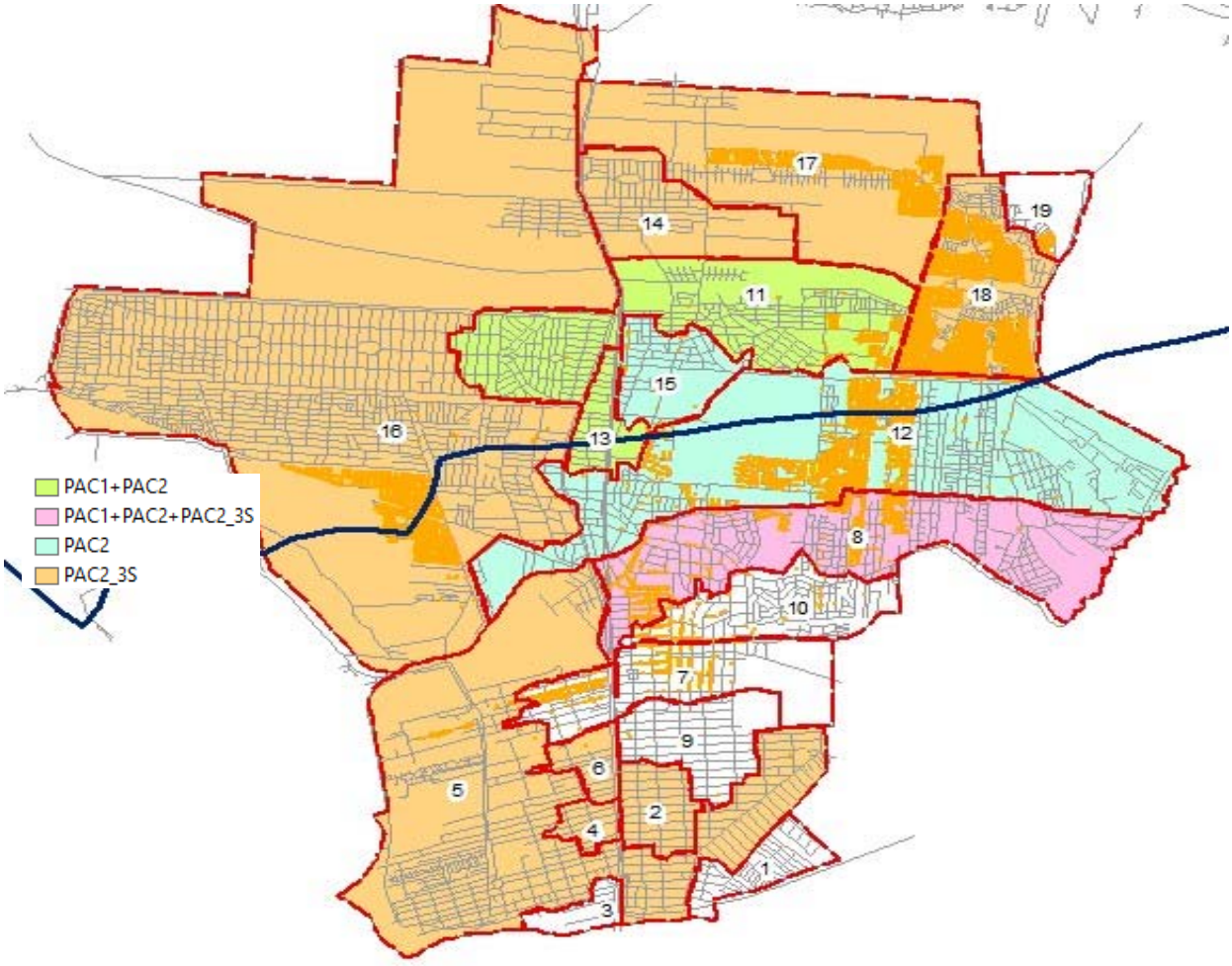


Figura 98 - Bacias hidrossanitárias de Canoas e etapas de implantação do PAC (Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

A CORSAN ainda está em fase de preparação de licitação para contratar a execução de complementação de rede coletora com recursos do PAC 2 - 3a. seleção, abrangendo as bacias: 2, 4, 5, 6, 8, 14,16,17 e 18.

As obras não necessariamente cobrem uma bacia por completo em uma única fase. A bacia 8, por exemplo, que já possui alguns ramais de esgoto em operação, recebeu ampliação de rede com recursos do PAC 1 (concluído), do PAC 2 (em obras) e do PAC 2 - 3ª seleção (planejado).

Observa-se que a porção norte do município, que recai na Bacia dos Sinos, será significativamente beneficiada, pois recebe recursos do PAC em todas as bacias hidrossanitárias, com exceção apenas da bacia 19.

5.5 Expansão do atendimento com recursos do PAC

O atendimento à demanda de implantação de esgotamento sanitário do Comitê Sinos coincide com as metas do Plano de Aceleração do Crescimento - PAC, conduzido pelo Ministério do Planejamento, no contexto da Infraestrutura Social e Urbana - Saneamento.

Com o advento do PAC, foram liberados recursos específicos para esgotamento sanitário, desde o projeto até a implantação. Considerando esse aporte de recursos, a situação do esgotamento sanitário deve mudar significativamente nos próximos anos, porém com um cronograma ainda indeterminado.

Ainda na primeira fase do PAC, a partir de 2009 foram liberados recursos para elaboração de projetos de sistema de esgotamento sanitário em 16 municípios no Rio Grande do Sul, sendo que 11 deles encontram-se na área do presente estudo: Campo Bom, Canoas, Portão, Riozinho, Sapiranga, Taquara, Três Coroas, Estância Velha, Igrejinha, Nova Santa Rita e Parobé. Recursos para os projetos de Araricá e Nova Hartz foram liberados no escopo do PAC 2, no final de 2011.

O Quadro 40 reproduz parcialmente o quadro com o plano de expansão do sistema de esgotamento sanitário, elaborado pela CORSAN em 2013, e apresentado no Plano Regional de Saneamento Básico.

Quadro 40 - Plano de expansão do sistema de esgotamento sanitário - CORSAN, 2013

MUNICÍPIO	ECONOMIAS EM 2038	% COBERTURA DO ATENDIMENTO COM TRATAMENTO				
		2013	2019	2025	2031	2038
CAMPO BOM	22.914	0%	85%	91%	96%	100%
ESTÂNCIA VELHA	10.480	4%	78%	78%	78%	78%
ESTEIO	28.382	4%	90%	90%	90%	90%
IGREJINHA	7.123	3%	12%	36%	55%	68%
NOVA STA. RITA	2.533	0%	37%	50%	61%	68%
PAROBÉ	7.431	0%	73%	73%	73%	73%
PORTÃO	3.633	0%	57%	63%	68%	71%
RIOZINHO	296	0%	4%	15%	23%	29%
ROLANTE	3.223	0%	10%	34%	54%	68%
SAPIRANGA	19.904	0%	12%	44%	70%	87%
SAPUCAIA DO SUL	41.942	5%	22%	49%	72%	87%
TRÊS COROAS	4.667	0%	35%	48%	60%	68%

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Em fevereiro de 2016, o Governo Federal anunciou um significativo corte nas despesas do PAC com recursos originados do Orçamento Geral da União (OGU) para o mesmo ano, que deveria atingir principalmente obras que ainda não teriam sido iniciadas. Nesse caso, as obras do PAC 2, terceira seleção, são as mais atingidas.

Devido a esses cortes, os cronogramas de implantação desses novos SES estão sendo bastante impactados.

O Quadro 41 apresenta os projetos no âmbito do PAC, que tratam de investimentos em sistemas de esgotamento sanitário nos municípios que são objeto do presente estudo.

Quadro 41 - Contratos no âmbito do PAC referentes a sistemas de esgotamento sanitário

MUNICÍPIO	NOME DO PROJETO	EXECUTOR	ESTÁGIO EM DEZ/2015
ARARICÁ	Elaboração de projeto de engenharia de SES na sede municipal - Araricá	Município	Em execução
CANOAS	Ampliação do SES na Sede Municipal - Despoluição dos vales dos rios dos Sinos, Guaíba e Gravataí	Estado	Concluído
CANOAS	Ampliação do SES de Canoas - Bacias 2,4,5,6,8,14,16,17, E 18	Estado	Em licitação de obra
CANOAS	Implantação do SES nas Bacias B8A, B8B, B13, B11A e B11C	Estado	Em obras
CARAÁ	Esgotamento Sanitário - Caraá	Município	Ação Preparatória
ESTÂNCIA VELHA	Implantação do SES Estância Velha - Estância Velha	Estado	Em licitação de obra
ESTEIO / SAPUCAIA DO SUL	Ampliação do SES na sede municipal - Despoluição dos Vales dos Rios dos Sinos, Guaíba e Gravataí - Sapucaia do Sul, Esteio	Estado	Em obras
ESTEIO / SAPUCAIA DO SUL	Ampliação do SES em Esteio e Sapucaia do Sul - Sapucaia do Sul, Esteio	Estado	Em obras
ESTEIO / SAPUCAIA DO SUL	Elaboração de projeto de engenharia para ampliação do SES integrado de Sapucaia do Sul-Esteio - Esteio	Estado	Em execução
NOVA HARTZ	Elaboração de projeto de engenharia de SES na sede municipal - Nova Hartz	Estado	Em execução
NOVA HARTZ	Elaboração do projeto do SES e da drenagem - Nova Hartz - RS	Município	Em execução
NOVA STA.RITA	Implantação do SES Nova Santa Rita - Nova Sta Rita	Estado	Em licitação de obra
NOVO HAMBURGO	Ampliação do SES da Bacia do Arroio Luiz Rau e do Arroio Pampa - 2ª etapa - Novo Hamburgo	Município	Em obras
NOVO HAMBURGO	Ampliação do SES Novo Hamburgo - Bacia Roselândia - Novo Hamburgo	Município	Em obras
NOVO HAMBURGO	Elaboração de estudos e projetos básico e executivo para ampliação do SES nas bacias do Arroio Luiz Rau e do Arroio dos Pampas - Novo Hamburgo	Município	Em execução
PAROBÉ	Implantação do SES Parobé	Estado	Em licitação de obra

MUNICÍPIO	NOME DO PROJETO	EXECUTOR	ESTÁGIO EM DEZ/2015
PORTÃO	Implantação do SES Portão - Bacia PO01 - Portão	Estado	Em licitação de obra
ROLANTE	Ampliação do SES Rolante - bacias AR01 e AR03 - Rolante -	Município	Em licitação de obra
ROLANTE	Esgotamento Sanitário - Rolante -	Município	Em obras
SÃO LEOPOLDO	Ampliação da ETE Vicentina - São Leopoldo	Município	Em obras
SÃO LEOPOLDO	Elaboração do projeto do SES na sede municipal - São Leopoldo -	Município	Em execução
SÃO LEOPOLDO	Ampliação do SES São Leopoldo	Município	Ação Preparatória
SAPIRANGA	Ampliação do SES de Sapiranga - Sub-bacias SA 03 e SA 05 - Sapiranga -	CORSAN	Em obras
SAPIRANGA	Ampliação do SES Sapiranga - Sapiranga	Estado	Em licitação de obra
TAQUARA	Implantação do SES de Taquara - Taquara	Estado	Em licitação de obra
TRÊS COROAS	Implantação do SES na sede, rede coletora, Estação Elevatória de Esgoto, ETE, ligações domiciliares e intradomiciliares - Três Coroas	CORSAN	Ação Preparatória

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

A Caixa Econômica gerencia recursos do Orçamento Geral da União, que são a fundo perdido. Por isso o contrato é firmado entre o Estado (ou município, quando o serviço de esgotamento não é prestado pela CORSAN) e a União. Nesse conjunto de projetos, apenas em Sapiranga e Três Coroas ocorreram projetos financiados pelo BNDES, onde a CORSAN é a tomadora do empréstimo.

O prazo de execução, que varia de 12 a 36 meses, conforme o projeto, começa a contar a partir do início da contratação das obras, e não da data de assinatura do contrato de financiamento.

Entretanto, o prazo para apresentar a primeira medição de obra é de apenas um ano. O não cumprimento desse prazo, assim como a paralisação de obra em andamento por um longo período, pode acarretar no cancelamento do financiamento

A Figura 99 apresenta um mapa temático que destaca a fase mais avançada em que o município se encontra em relação à implantação do SES (Sistemas de Esgotamento Sanitário), seguindo o seguinte critério:

- Fase 1 - Projeto em execução
- Fase 2 - Projeto concluído
- Fase 3 - Licença de Instalação
- Fase 4 - Em obras
- Fase 5 - Ao menos uma obra concluída

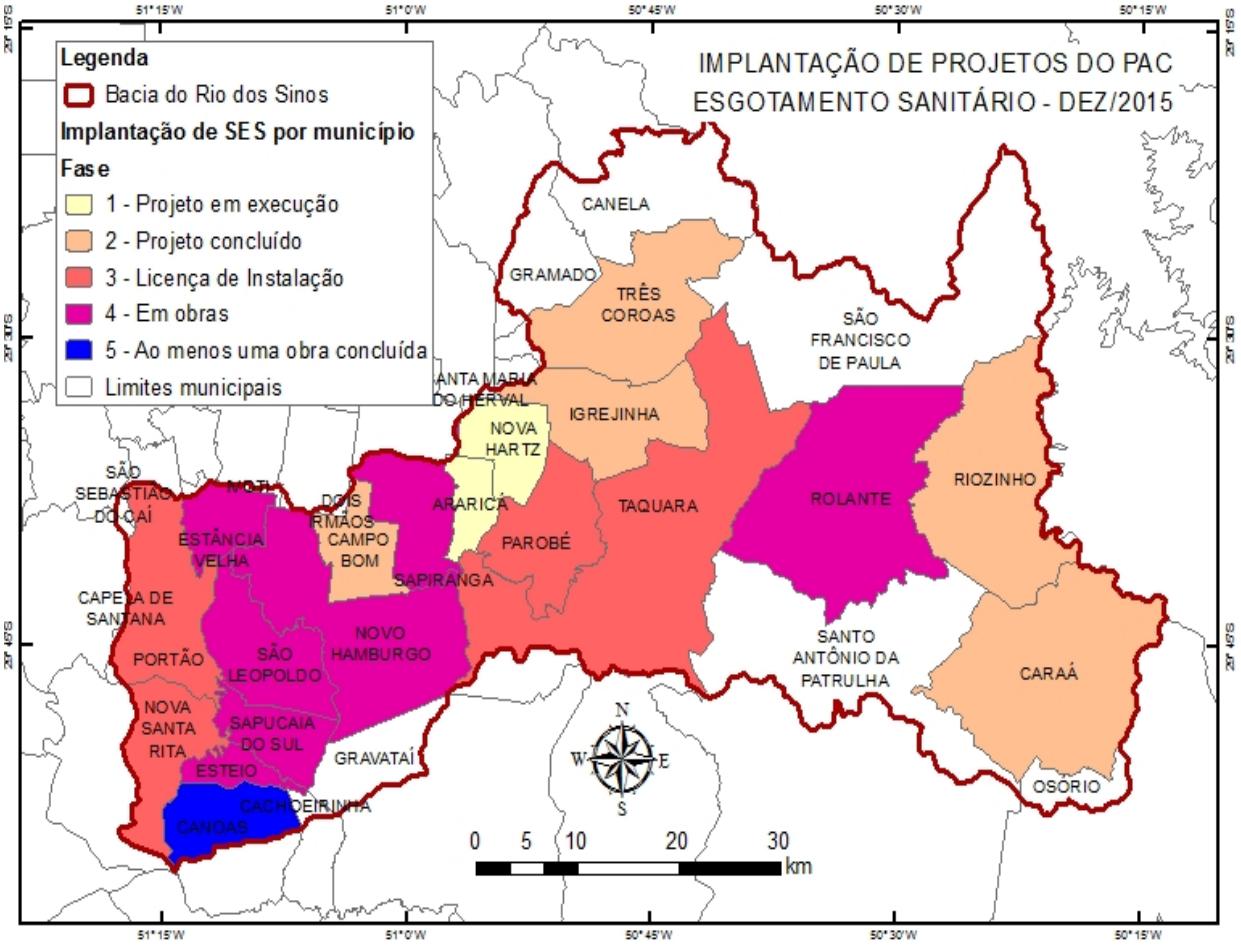


Figura 99 - Fases de implementação de projetos de ede SES do PAC - dezembro de 2015 (Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Considerando a falta de estrutura existente na maioria dos municípios, a implantação desses sistemas de esgotamento sanitário acaba sendo completa, sendo necessário construir e interligar todos os componentes:

- Estação de Tratamento de Esgotos (ETE): quanto à capacidade de tratamento é projetada para operar em módulos, que vão sendo instalados à medida em que a rede coletora é implantada e ligada aos consumidores.

  Quanto ao nível de tratamento, é projetada conforme a capacidade do corpo receptor absorver os efluentes líquidos sem prejudicar o seu enquadramento em relação à qualidade da água.

  Em geral, uma ETE atende à demanda de um município. Em alguns casos, municípios vizinhos compartilham da mesma ETE, formando um sistema integrado de esgotamento sanitário.

  Na bacia do Sinos, a CORSAN já opera o sistema integrado Esteio e Sapucaia do Sul, que será ampliado e está implantando os sistemas integrados Estância Velha - Portão e Campo Bom - Sapiranga.

- Emissário: após o tratamento, muitos sistemas requerem um emissário, em geral, constituído como uma canalização fechada, para conduzir o efluente até o corpo receptor.
- Estações de bombeamento: um sistema necessita em geral de várias estações de bombeamento para conduzir os efluentes até a estação de tratamento.
- Rede coletora, coletores tronco e interceptores: a rede coletora de separador absoluto é implantada ao longo do sistema viário, conduzindo os efluentes sanitários para tubulações de maior capacidade, como coletores tronco e interceptores.
- Ligações prediais: só podem ser executadas com todo o restante do sistema em operação.

Como alternativa à execução de obras não cobertas pelo PAC, a CORSAN está estudando a realização de empreendimentos de esgotamento sanitário sob a forma de Parceria Público Privada (PPP).

O Procedimento de Manifestação de Interesse (PMI) foi publicado em agosto de 2011, onde apresentaram-se 6 empresas autorizadas para efetuarem 16 estudos técnicos na área de esgotamento sanitário.

Em 2012, a empresa de auditoria PWC foi contratada para avaliar as propostas. Em 2013, o Grupo de Trabalho concluiu que, naquela ocasião, nenhum dos estudos "apresentou elementos completos para utilização em possível licitação na modalidade de parceria público-privada".

O processo ficou paralisado até novembro de 2015, quando foi aprovada a retomada do Projeto PMI, com a atualização da avaliação técnica e econômico-financeira para o cenário de 2015, autorizando a empresa Equipav, por ter apresentado maior vantagens em seu estudo, a dar prosseguimento ao projeto, com investimentos para universalizar o tratamento de esgoto em 9 municípios da Região Metropolitana de Porto Alegre.

5.5.1 Condicionantes para a implantação dos projetos

A aprovação de um projeto de SES, de tal forma que se chegue à assinatura do contrato com o agente financeiro, requer a apresentação dos projetos, documentos garantindo que o terreno onde será construída a ETE esteja regular, e do licenciamento ambiental (em nível de Licença Prévia, ao menos).

Em algumas situações, o órgão financeiro pode aceitar pendências de documentação em relação ao licenciamento ambiental e regularização de áreas, mediante inclusão no contrato de cláusulas suspensivas.

De acordo com essas cláusulas, tais pendências devem ser resolvidas antes do início das obras. Entre a contratação do recurso do PAC e a efetiva execução das obras, é necessário a preparação do processo licitatório e a sua execução.

A preparação pode exigir atualização de especificações técnicas, de orçamentos, e a execução de serviços complementares, como, por exemplo, estudos e laudos ambientais e geotécnicos.

Na bacia do Rio dos Sinos, não foi possível proceder a licitação de obras do SES Campo Bom, conforme previsto no projeto, devido a questões de licenciamento ambiental da ETE que não foram superadas. Dessa forma, o contrato de financiamento do PAC foi cancelado. Após lançado o Edital, o prazo esperado para a assinatura de contrato com o empreiteiro vencedor é em torno de seis meses.

Entretanto, muitos riscos rondam esse processo, como processos de impugnação entre os licitantes, licitações desertas, anulação da licitação por questões técnicas, entre outros. Licitações no formato de RDC (Regime Diferenciado de Contratação) costumam ser mais ágeis, com tempo esperado de conclusão de 3 meses.

Na CORSAN, o acompanhamento dos projetos com recursos provenientes do PAC desde 2013 é exercido pela DGPAC - Diretoria de Gestão do PAC. Os curtos prazos que os projetos tiveram para serem desenvolvidos provavelmente implicarão em ajustes que serão necessários no momento de execução das obras.

Entre 2014 e 2015, 8 municípios atendidos pela CORSAN dentre os que são objeto desse estudo foram contemplados com Licença de Instalação emitida pela FEPAM para os SES beneficiados pelos recursos do PAC, indicando sucesso na execução dos projetos executivos e, no mínimo, preparação de processos licitatórios para contratação das obras, conforme apresentado no Quadro 42, abaixo:

Quadro 42 - Licenças de instalação de SES emitidas pela FEPAM em 2014 e 2015

SES	LICENÇA	CAPACIDADE ETE (l/s)	EXTENSÃO REDE (km)	HABIT. BENEFICIADOS	EFLUENTE	TRATAMENTO
ROLANTE (*)	LI 899-2014	45	36	28.800	Rio Rolante	Terciário
ESTEIO / SAPUCAIA SUL	LIA 818-2015	1.075	270	447.120	Rio dos Sinos	Lodos Ativados em Batelada
SAPIRANGA	LI 805-2015	150		75.000	Arroio Sapiranga	Secundário
TAQUARA	LI 549-2015	100	120	37.000	Rio Paranhana	Lodos Ativados em Aeração
ESTÂNCIA VELHA	LI 544-2015	100	110	30.604	Arroio Portão	Terciário
NOVA STA RITA	LI 542-2015	60	40	24.657	Rio dos Sinos	Terciário
PAROBÉ	LI 547-2015	50	62	30.000	Arroio Funil	Terciário
PORTÃO	LI 550-2015	30	50	7.252	Arroio Portão	Lodos Ativados em Batelada
(*) Licença de instalação solicitada pela Prefeitura Municipal						

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

A Figura 100 apresenta a localização dessas novas ETE, junto com as sub-bacias e micro bacias definidas no Produto 5 - Base de Dados. Também destaca a classificação de qualidade de água do Rio dos Sinos (conforme dados do PRH, de 2013).

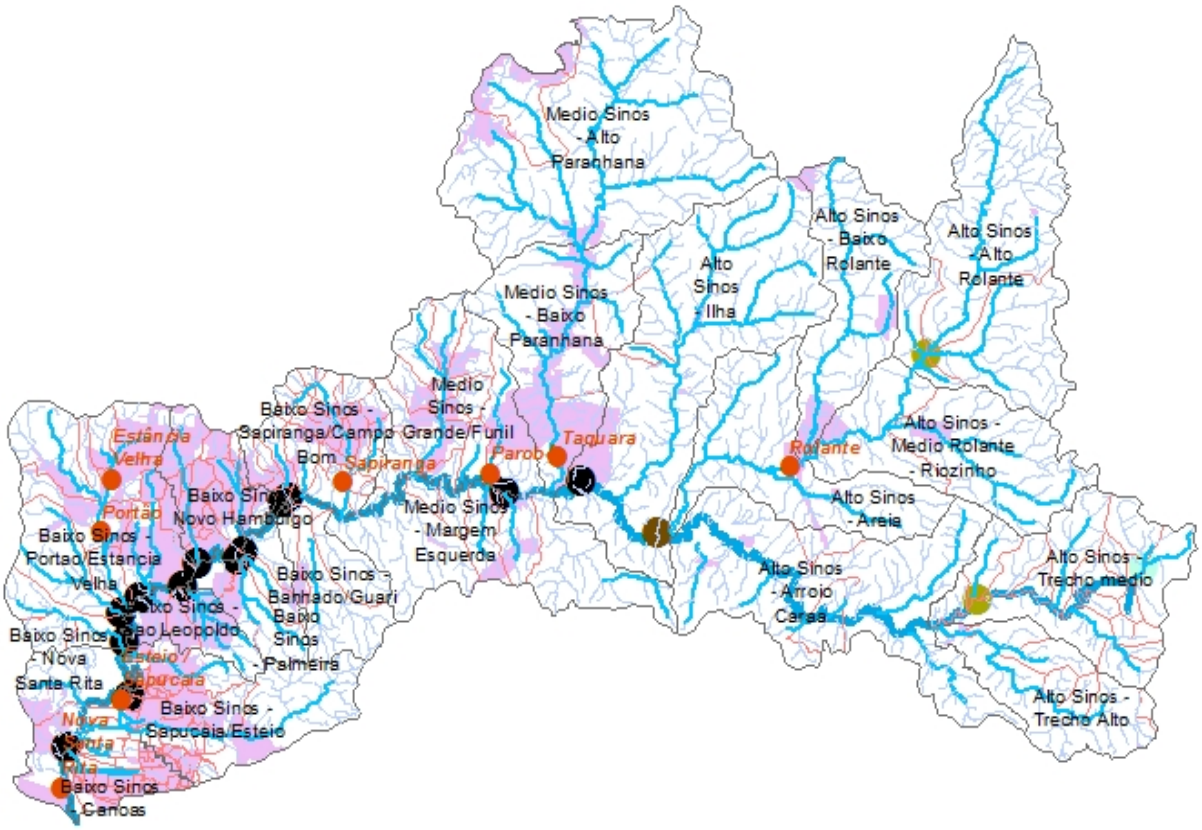


Figura 100 - Novas ETE's com Licença de Implantação
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Tomando-se a simulação de qualidade de água executada no Plano Sinos (2014), verifica-se que o maior benefício que se obtém em termos de parâmetros quando se implementa tratamento do esgoto sanitário, ocorre nos afluentes do Rio dos Sinos. Dentre os parâmetros simulados, o mais sensível ao tratamento é o de Coliformes Termotolerantes.

O Quadro 43 apresenta a situação do trecho simulado em afluentes do Sinos junto às novas estações de tratamento de esgoto. A simulação considerou a situação atual e a situação com atendimento de 35%, 50% e 80% do esgoto tratado em termos de população.

Percebe-se que, mesmo com uma cobertura de 80%, e conforme o licenciamento, com uma concentração de coliformes abaixo de 10.000 NMP/100 ml no efluente lançado, os trechos desses corpos receptores que recebem onde os efluentes são lançados ainda devem apresentar um valor superior ao alcançado no tratamento, devido a saldo de esgotos não tratados.

Por outro lado, a redução de valores nesse parâmetro é extremamente significativa nesses corpos receptores que possuem baixa capacidade de depuração.

Quadro 43 - Simulação do parâmetro coliformes termotolerantes (*) (junto a futuras ETE's

ETE	Corpo Receptor	Atual	35%	50%	80%
PORTÃO	Arroio Estância Velha / Portão	87.993	25.924	20.887	10.812
ESTÂNCIA VELHA	Arroio Estância Velha / Portão	119.849	36.729	29.559	15.220
SAPIRANGA	Arroio Sapiranga	193.316	67.985	54.652	27.986
TAQUARA	Rio Paranhana	45.545	11.578	9.342	4.871
ROLANTE	Rio Rolante	7.785	2.015	1.676	999
**NPM/100 ml)*					

(Fonte: Plano Sinos -2014)

A Licença de Instalação de um SES em geral exige a execução das seguintes ações:

- Programa de Educação Ambiental para os trabalhadores das obras e os moradores;

- Programa de Supervisão Ambiental, com emissão periódica de relatório técnico a ser encaminhado à FEPAM.

A fase seguinte é a emissão da Licença de Operação. Dentre os documentos exigidos para esse licenciamento, destaca-se:

- Laudo técnico, firmado por profissional técnico, de que as instalações encontram-se aptas a entrar em operação;
- Programa de monitoramento da eficiência da ETE, previsto para a fase de operação;
- Programa de monitoramento da qualidade da água no corpo receptor;
- Relatório de implantação das ligações prediais na rede coletora cloacal.

Mais do que o funcionamento adequado de todos os seus componentes, o sucesso na implantação de um SES depende da adesão da população ao sistema, de tal forma que não causem impedimentos para a execução da ligação domiciliar.

Investimentos pesados na implantação de SES, como, por exemplo, os promovidos pelo Programa Pró-Guaíba há mais de uma década no SES de Cachoeirinha e Gravataí não alcançaram o resultado esperado porque a questão da ligação predial não foi devidamente tratada na ocasião.

Estima-se que ainda existam em torno de 12 mil domicílios que não se conectaram às redes coletoras de esgoto.

Para os municípios contemplados com recursos da União (tanto OGU quanto BNDES) em obras de esgotamento sanitário que causem impacto na população residente, é requisito a execução de um Projeto Técnico do Trabalho Socioambiental (PTTSA).

Esse serviço é regulado pela Portaria 21 do Ministério das Cidades, de 22/01/2014. A primeira fase é o diagnóstico socioterritorial. Nessa fase é aplicado o questionário ISD - Inquérito Sanitário Domiciliar, que levanta ocorrências de doenças de veiculação hídrica, perfil socioeconômico da população, e outras informações que permitam um melhor detalhamento do projeto a ser executado na localidade.

A CORSAN implementa o PTTSA através do Programa Socioambiental. O principal objetivo definido pela CORSAN é buscar a adesão da população à efetivação das ligações domiciliares de esgoto.

Uma grande dificuldade é sincronizar o contrato de empresas executoras do PTTSA com os múltiplos contratos de execução de obras, visto que o PTTSA deve estar ativo durante todo o período de execução de obras.

Observa-se ainda uma falta de integração entre o trabalho desenvolvido pelo socioambiental e pelos setores de engenharia durante a execução das obras. De qualquer forma, a fase mais decisiva do PTTSA é a do Pós-obra.

Nessa fase é que os usuários são comunicados que o sistema de esgotamento sanitário se encontra operacional e que ele deve providenciar a ligação de seu imóvel à rede.

No caso da bacia do Sinos, até o início de 2016, esse serviço tinha começado sua execução apenas em Três Coroas e Sapiranga, que receberam recursos do BNDES.

A CORSAN contratou a execução desses serviços em 2014 para esses municípios através do Programa Socioambiental.

Apoiada nessa legislação e em outras legislações recentes referentes ao Saneamento Ambiental, o Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul lançou, através do Provimento 76/2014 o Programa Integrado de Saneamento Básico e Resíduos Sólidos - RESsanear.

O Provimento delibera que os membros do Ministério Público do Estado do RS, com atribuições nas áreas da Defesa do Meio Ambiente, da Ordem Urbanística e Questões Fundiárias e Defesa do Consumidor deverão adotar medidas, tais como proceder à instauração de expediente investigatório, ou Procedimento Administrativo, para garantir a implementação do RESsanear.

O status de Programa foi consolidado em 2014, quando foram firmados termos de cooperação entre o Ministério Público, CORSAN, AGERGS, FAMURS, e com a Prefeitura de Esteio, com a definição de executar um Projeto Piloto. Nesse Projeto Piloto o objetivo foi o de incentivar, induzir e acompanhar a execução de 2 mil ligações no Bairro Esteio Novo à rede coletora existente.

O serviço de ligação está sendo contratado através de Concorrência Pública com propostas entregues em dezembro de 2015.

Conforme descrito no PLAMSAB de Canoas (2014), as ligações dos domicílios ao sistema da CORSAN são efetuadas mediante requerimento, em formulário próprio, ficando o imóvel cadastrado em nome do titular.

O proprietário deve disponibilizar documentação particular e do imóvel e pagar taxa de ligação, conforme tabela de serviços, cujo valor é diferenciado por categoria de economia e tipo de pavimentação do logradouro, podendo ser parcelado, conforme normas em vigor adotadas pela CORSAN.

Dentre as ações do Programa, consta a sensibilização junto às administrações municipais que é responsabilidade do município regulamentar a obrigatoriedade, na ausência de rede de coleta de esgoto sanitário, de solução individual de esgotamento sanitário, proceder com o cadastro das residências e estabelecer rotina de fiscalização.

Cada município deve avaliar se a forma de prestação do serviço de remoção e transporte do lodo deve ser de natureza pública ou privada, considerando que, de qualquer forma, é cabível a cobrança de remuneração pelo serviço realizado. Também deve definir local devidamente licenciado para a destinação final do lodo.

Os planos municipais de saneamento relacionaram um conjunto de ações preventivas para contingências. Em relação ao esgotamento sanitário, foram relacionadas ações de controle operacional, de manutenção e comunicação e educação ambiental.

Destaca-se a recomendação de "execução sistemática de programas de uso adequado dos sistemas de esgoto, prevenção de ligações clandestinas e preservação de mananciais".

Em termos de educação ambiental, no primeiro semestre de 2016 foi lançado um convênio entre CORSAN, Consórcio Pró-Sinos e e Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha para capacitar agentes ambientais dos 26 municípios do Consórcio para desenvolver a temática ecológica e do saneamento junto a escolas e comunidades.

Esse tema era abordado exclusivamente pelas ações do PTTSA. A estruturação de programas complementares de educação ambiental com esse foco específico, que pode ser de iniciativa de qualquer ente da sociedade civil, é um instrumento importante como complemento às ações do RESsanear.

Com esse conjunto de ações estruturais, como a implantação de SES impulsionadas pelo PAC, e não estruturais, como as ações do Ministério Público no âmbito do Programa RESsanear, espera-se uma elevação bastante significativa nos indicadores de esgotamento sanitário dos municípios da Bacia do Rio do Sinos ao longo dos próximos anos.

5.6 Qualidade da água e impactos ambientais

5.6.1 Monitoramento da qualidade da água

Conforme classificação de pontos de monitoramento da FEPAM realizados em 2012, o Rio dos Sinos enquadra-se na Classe 4 do IQA em toda extensão percorrida nas unidades de planejamento do Médio Sinos e do Baixo Sinos.

A situação vai melhorando à montante, no Alto Sinos, onde encontra-se nascentes que podem ser enquadradas como Classe 1 do IQA.

O monitoramento da qualidade da água era realizado pela FEPAM até 2012. Após essa data, apenas a CORSAN realizou levantamentos. Os municípios da Bacia dos Sinos não monitoram a qualidade da água proveniente do sistema de drenagem ou de tratamento de esgotos, com exceção apenas de Novo Hamburgo e São Leopoldo, através das autarquias municipais responsáveis pelo abastecimento e esgotamento sanitário.

No Plano de Bacia do Rio dos Sinos (2014) foram realizadas modelagens de qualidade de água para o Rio dos Sinos e principais afluentes. O estudo verificou que os piores índices ocorrem em afluentes como o Luiz Rau, Pampa e Portão, onde a pequena vazão não é suficiente para neutralizar as altas cargas de esgotamento sanitário doméstico.

Quando essas cargas chegam na calha do Rio dos Sinos, por causa da vazão, apresentam menor influência nos índices utilizado (como a DBO, por exemplo).

Os estudos de modelagem qualidade de água, como os realizados no Plano de Bacia, consideram as vazões mais baixas, ou seja, em tempos relativamente secos, onde a situação da qualidade é mais crítica.

Esse tipo de modelagem não é realizado para as vazões mais altas, que se referem ao cenário de cheias do presente estudo.

Em 2013, a CORSAN contratou, através do Edital 090/13, o serviço de "Estudos de capacidade de suporte de corpos receptores de esgoto sanitário tratado, para fins de licenciamento ambiental de sistemas de esgotamento sanitário".

O serviço foi executado em 2014 pela empresa ABG Ambiental focado nos pontos de lançamento de efluente dos sistemas de esgotamento sanitários projetados para os seguintes municípios da bacia do Rio dos Sinos: Três Coroas, Taquara, Parobé, Sapiranga, Estância Velha, Portão, Nova Santa Rita. Os resultados desse estudo foram fornecidos pela CORSAN à FEPAM.

A verificação do atendimento da capacidade do corpo receptor ao nível de tratamento proposto subsidiou a FEPAM para emitir licença de implantação da maioria desses sistemas.

Com o sistema em funcionamento, o monitoramento periódico é exigido no licenciamento ambiental de operação. Como exemplo destaca-se na Licença de Operação 7451/2015, do SES Esteio / Sapucaia do Sul os seguintes pontos:

> *Frequência diária: vazão, temperatura, PH, sólidos sedimentáveis;*
>
> *Frequência mensal: sólidos suspensos, DBO 5,20, DQO, Nitrogênio Amoniacal, Coliformes Termotolerantes, Alumínio Total, Fósforo Total, Óleos e Graxas.*
>
> *O efluente tratado não poderá conferir ao corpo hídrico características em desacordo com o seu enquadramento, conforme resolução CONAMA Nº 357/2005. Caso, o monitoramento das concentrações de cloro residual ultrapasse o padrão da classe do corpo receptor no ponto de lançamento, deverá ser realizada declaração do efluente.*
>
> *Deverá ser realizado o monitoramento trimestral do Rio dos Sinos a montante e a jusante dos pontos de lançamento, conforme pontos e parâmetros constantes no Plano de Monitoramento proposto;*

O resultado das análises laboratoriais juntamente com o relatório operacional e fotográfico e a interpretação dos dados do monitoramento deverá ser remetido a FEPAM trimestralmente, juntamente com a ART do responsável técnico.

5.7 Conclusões sobre Esgotamento Sanitário

É indiscutível a enorme demanda reprimida por soluções adequadas de esgotamento sanitário na Bacia do Rio dos Sinos. Infelizmente quanto maior a demora na implantação de serviços desse tipo, mais cara fica a solução.

A cada ano a extensão necessária de rede é aumentada e as situações de interferências com o restante da infraestrutura enterrada sob os pavimentos urbanos é cada vez mais frequente, à medida em que outros serviços vão sendo incorporados, como rede de gás, cabos elétricos e de comunicação.

Além disso, entra a questão de instalar uma rede que requer escavações mais profundas, visto que opera por gravidade, em uma cidade já construída. Em cada município, o proprietário de imóvel obriga-se a lidar com uma obra em sua propriedade que, apesar de trazer um benefício coletivo claro, oferece um benefício individual pouco visível.

A questão da ligação dos imóveis à rede é um grande fator de risco para o sucesso do projeto.

A CORSAN, sendo uma concessionária, não pode cobrar pelo serviço enquanto o usuário não estiver conectado à rede. Já autarquias municipais, como o SEMAE, a COMUSA e o DMAE de Porto Alegre, possuem uma vantagem institucional, visto que tem o direito de cobrar a taxa de esgoto desde que o serviço esteja disponível no endereço do seu cliente.

Os programas de incentivo como o PAC são fundamentais para a execução dessa enorme tarefa, que não seria economicamente viável de ser executada apenas com os recursos da provenientes da tarifação do serviço de esgotamento sanitário.

Entretanto, observa-se grandes dificuldades nas esferas governamentais para a gestão de projetos dessa natureza. As peças que formam o quebra-cabeças de um sistema de esgotamento sanitário são adquiridas através de processos de compra distintos e rígidos, colocando prazos indeterminados a interligação das partes e o funcionamento esperado do sistema.

A adoção de contratos de PPP nesse segmento certamente permitiria acelerar o ritmo de implantação. Entretanto, como tem um forte viés político envolvido, ainda é um instrumento pouco utilizado em saneamento.

Se a implantação de um SES já é complexa por si só, muito menos espera-se ações coordenadas que levem em consideração as questões de drenagem na priorização da implantação do SES.

Por exemplo, implantar bacias de amortecimento de cheias em áreas sem esgotamento sanitário significa criar um novo problema ambiental. Ou seja, ao estudar a viabilidade desse tipo de alternativa, é fundamental conhecer-se o prazo para atendimento de esgotamento sanitário na bacia de drenagem.

Sem esse conhecimento, corre-se o risco de implantar um problema ambiental que acabe perdurando por longos anos.

Paradoxalmente, a questão que mais influi no relacionamento de sistemas com separador absoluto é justamente quando a funcionalidade de "separador absoluto" não funciona. As ligações clandestinas entre drenagem e esgotamento sanitário comprometem a qualidade do atendimento de ambos os sistemas.

E, na ausência de sistema separador absoluto, observa-se o comprometimento das estruturas de drenagem que acabam recebendo efluentes sanitários, quando não são projetadas para este fim, sofrendo com a ação físico-química desses efluentes.

Como o município não possui receita específica para manutenção do sistema de drenagem, o prejuízo da falta de rede de esgotamento sanitário torna-se maior ainda.

Na Bacia do Rio dos Sinos, apenas São Leopoldo apresentava a particularidade de possuir a gestão dos sistemas de esgotamento sanitário e de drenagem sob o mesmo órgão (autarquia SEMAE) entre 2005 e 2014. A partir de janeiro de 2015, os serviços de drenagem urbana voltaram a ser de responsabilidade da Prefeitura Municipal.

O principal motivo dessa separação foi que a drenagem urbana não trazia receita para a autarquia; somente gerava despesas, e com isso prejudicava o desempenho financeiro dos serviços de água e esgotamento sanitário.

Trata-se de uma cisão emblemática. Pela lógica operacional, o enfrentamento das interligações clandestinas entre os sistemas de drenagem e de esgotamento sanitário deveria ser bem mais eficiente se estivesse sobre a gestão do mesmo órgão. As questões institucionais, nesse caso, prevaleceram sobre as técnicas.

O único município da Bacia do Rio dos Sinos que apresenta uma solução de esgotamento sanitário baseado em rede mista é Novo Hamburgo.

Apesar de não representar uma solução definitiva para o município, esse tipo de projeto é de implementação mais rápida (permitindo a cobrança do serviço) e de menor custo.

A sua gestão torna-se mais viável porque a gestão do sistema de esgotamento sanitário também é realizada por uma autarquia municipal (COMUSA), o que facilita a integração com a secretaria municipal responsável pela drenagem.

A aparente disponibilidade de recursos do PAC, que com a chegada da crise econômica não se mostraram mais tão disponíveis, conduziu a um cenário de implantação de obras complexas para os municípios atendidos pela CORSAN, com a ideia de alcançar uma solução definitiva.

Ao comparar-se com a solução projetada por Novo Hamburgo, percebe-se que uma melhoria na qualidade de água do Rio dos Sinos e seus afluentes poderia ser adiantada por alguns anos, caso diretrizes de projeto fossem aplicadas de maneira mais uniforme e realista para toda a bacia.

6 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

6.1 Definições e Legislação Aplicável

A norma brasileira - NBR 10004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, 2004, assim define Resíduos Sólidos: são resíduos no estado sólido e semissólido, como aqueles que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.

Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável ao seu lançamento na rede pública ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Os resíduos sólidos são classificados como:

RSU - Resíduos sólidos urbanos;

RDO - Resíduos sólidos domiciliares e resíduos comerciais com características similares;

RPU - Resíduos sólidos públicos;

RCD ou **RCC** - Resíduos de construção e demolição;

RIN - Resíduos industriais;

POR - Resíduos de podas de árvores.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) e a Lei de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007) são as principais normativas legais que norteiam a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos nos âmbitos nacional, estadual e municipal.

Administrações públicas, entidades privadas e cidadãos devem atender às premissas constantes nestes regulamentos.

Conforme definido na Lei de Saneamento Básico, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos são um conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais direcionadas à coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final dos resíduos domésticos e dos originários da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas.

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) é um dos principais instrumentos de gestão previstos na Lei nº 12.305/2010.

Segundo a referida norma, a existência destes planos é condição para os municípios terem acesso aos recursos da União, ou por ela controlado, destinado a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade.

Conforme previsto nessa lei, o PMGIRS deve ser submetido periodicamente a revisões, sendo observado prioritariamente os períodos de vigência dos planos plurianuais municipais.

Diante de um quadro de dificuldades financeiras e institucionais, enfrentado pela maioria dos municípios brasileiros, as soluções consorciadas para a destinação dos resíduos sólidos têm se mostrado como uma alternativa para a racionalização dos custos, possibilitando uma operação mais criteriosa.

Dessa forma, o gerenciamento intermunicipal por consórcios possibilita a ampliação e o fortalecimento das capacidades gerenciais dos municípios, através da soma das capacidades administrativas, racionalização e aperfeiçoando o uso das áreas, recursos técnicos e econômicos (Ribeiro Filho, 2007).

Deve-se considerar ainda que a Política de Resíduos, em seu artigo 18º, indica que aqueles municípios, que optarem por soluções consorciadas para a gestão dos resíduos sólidos, serão priorizados no acesso aos recursos da União.

A Resolução 307, aprovada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente em 2002, visa disciplinar as atividades relacionadas com os resíduos da construção civil, definindo o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil como um instrumento para superar um quadro constante de degradação, decorrente da sua inadequada gestão.

A partir de 2004, por determinação da Resolução CONAMA 307, todos os municípios estão obrigados a ter um Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, para a implementação.

O Plano deverá atender, no mínimo, aos seguintes aspectos:

- Os geradores, públicos ou privados, são responsáveis pela destinação correta destes resíduos;
- Os resíduos da construção civil deverão ser destinados a Pontos de Entrega de pequenos volumes, Áreas de Transbordo e Triagem, Áreas de Reciclagem ou Aterros de Resíduos da Construção Civil;
- Os municípios deverão definir e regulamentar, em lei municipal específica, as formas pelas quais geradores, transportadores e operadores de áreas de captação de resíduos da construção devem exercer suas responsabilidades, e fiscalizar a sua atuação, incluso no tocante à utilização do CTR - Controle de Transporte de Resíduos;

6.2 Estudos e Planos sobre Resíduos Sólidos na Bacia

Diferente do que ocorre com questões relacionadas com gestão de recursos hídricos, drenagem, meio ambiente e qualidade da água, onde observa-se uma quantidade significativa de trabalhos acadêmicos e estudos focados na Bacia do Rio dos Sinos, verificou-se que trabalhos específicos sobre resíduos sólidos para essa região são menos frequentes.

O estudo mais antigo que atinge principalmente a região do Baixo Sinos, é o Plano Diretor de Resíduos Sólidos, desenvolvido pela Metroplan para a Região Metropolitana de Porto Alegre, no contexto do Programa Pró-Guaíba, em 1998.

Esse Plano identificava na época o predomínio de lixões a céu aberto: na época foi levantada a existência de 18 lixões na região metropolitana, contra apenas 3 aterros sanitários e 6 aterros controlados (situação intermediária entre lixões e aterros controlados).

A dissertação de Mestrado de Camila Goetze, em 2009, intitulada "Análise de Cenários para o Gerenciamento de Resíduos Sólidos Domésticos Recicláveis no Horizonte do Plano de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos" incluiu um levantamento de dados sobre gestão de resíduos sólidos em 2008.

O estudo detalhado incluiu os municípios de Campo Bom, Novo Hamburgo, Estância Velha, Portão, São Leopoldo e Sapucaia do Sul.

Foram gerados indicadores, onde Portão, na época, apresentou o melhor cenário para gerenciamento de resíduos sólidos e Sapucaia do Sul o pior deles.

Já, Estância Velha e São Leopoldo foram identificados como municípios de melhor prognóstico para gerenciamento de resíduos sólidos nos 20 anos seguintes, dentre os estudados.

O Consórcio Pró-Sinos, através de contratação da empresa de consultoria Keyassociados, desenvolveu um Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, fruto de um convênio firmado entre o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA) e o próprio Consórcio Pró-Sinos, no período de 2010 a 2012.

Assim, foi gerado um documento "Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos dos Municípios Integrantes do Consórcio Público de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos Pró-Sinos (PRGIRS)".

Um aditivo contratual, proporcionou que fosse gerado um documento complementar para cada um dos 26 municípios integrantes do Consórcio, denominado "Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos" (PMGRS).

Os dados utilizados para elaboração desses documentos fazem referência ao ano de 2010, com exceção de Cachoeirinha, Canela, Glorinha e Três Coroas, que aderiram posteriormente ao Consórcio, e forneceram dados de 2011.

As metas que esse Plano buscou atingir foram:

- Diagnóstico situacional de cada município (plano municipal e regional);
- Elaboração de prognósticos (plano municipal e regional);
- Plano de Gestão Integrada Regional de Resíduos Sólidos (plano regional);
- Modelagem e indicação de áreas de transbordo, destino final e tratamento (plano municipal e regional);
- Instalação e operação de uma central de controle para gerenciamento de serviços por GPS (plano regional).

Os planos municipais de saneamento dos municípios do Consórcio Pró-Sinos, concluídos em 2014 (com exceção de Taquara), fizeram uso do PMGRS, já procedendo com atualização e ampliação de informações.

Foi criada uma base de dados em formato de planilha de cálculo para que os municípios pudessem ir mantendo as informações atualizadas, com o objetivo de proceder com as revisões do PMGRS.

Em relação aos resíduos sólidos, os planos municipais de saneamento apresentaram o seguinte objetivo específico:

> *"definir estratégias e programas para a gestão de resíduos sólidos, buscando reduzir a geração de resíduos na fonte, estabelecendo práticas de reutilização e reciclagem (sempre que possível) e, também, da disposição final adequada. "*

O PRGIRS constatou que, apesar de ocorrer a gestão individual de RSU em cada município, existe uma tendência para a regionalização, especialmente do tratamento e disposição final.

A Universidade FEEVALE, através do Prof. Roberto Naime, mantém uma linha de pesquisa sobre Gestão de Resíduos Sólidos. Através dessa linha de pesquisa, no período de 2009 a 2012 foram publicados diversos artigos sobre gestão de resíduos sólidos em municípios específicos.

Dentre esses artigos, a seguir são relacionados os municípios da Bacia do Rio dos Sinos e o ano de sua publicação mais recente: Canoas (2012), Estância Velha (2011), Nova Hartz (2011), Novo Hamburgo (2010), Araricá (2010), Taquara (2009), Portão (2009), Campo Bom (2009).

O estudo mais recente que também inclui a Bacia do Rio dos Sinos é o Plano Estadual de Resíduos Sólidos 2015-2034, contratado junto à Engebio Engenharia e Meio Ambiente pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente do RS (SEMA-RS), e concluído em dezembro de 2014.

Esse estudo destaca a atuação de dois consórcios de saneamento básico no RS: o Pró-Sinos e o Consórcio Intermunicipal do Vale do Rio Caí (CIS/CAI).

Ainda sobre o Pró-Sinos, destaca a iniciativa de implantar rotas tecnológicas para a gestão de resíduos sólidos, contemplando coleta seletiva e triagem em cada município e disposição de resíduos sólidos em unidades compartilhadas.

Já, a Prefeitura de Canoas desenvolveu um Plano Municipal de Coleta Seletiva entre 2014 e 2015, executado pela empresa Ambiética Assessoria Ambiental, que foi submetido à Audiência Pública em setembro de 2015.

6.3 Avaliação Geral dos Serviços Prestados, Indicadores e Impacto na Drenagem

Os planos municipais de saneamento reconhecem a dificuldade de mensuração da coleta de resíduos sólidos, sendo que alguns municípios nem utilizam balança para estimar a massa coletada.

O volume de resíduos sólidos urbanos gerado nos municípios que são objeto do presente estudo na Bacia do Rio dos Sinos é de cerca de 1.134 toneladas ao dia, conforme dados do SNIS 2014, sendo que a média de geração per capita é de 0,62 kg/hab/dia. Ver Quadro 44.

Quadro 44 - Resumo dos Dados sobre Coleta de RSU

Município	Pop. Total (Estimada no ano)	Pop atendida	Tx cobertura da coleta RDO em relação à pop. total	Taxa de terceirização da coleta	Custo unitário da coleta	Massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à população total	Massa RDO+ RPU coletada em relação a população atendida por dia
	Hab.	Hab.	%	%	R$/tonelada	kg/(hab.x dia)	T/dia
ARARICÁ	5.249	5.249	100,00	98,71		0,49	2,57
CARAÁ (2013)	7.742	7.389	95,45	52,28		0,94	6,95
CAMPO BOM	63.767	60.540	94,94	0,00	266,67	0,27	16,35
CANOAS	339.979	339.979	100,00	100,00	155,18	0,68	231,19
ESTÂNCIA VELHA	45.986	45.986	100,00	93,47		0,50	22,99
ESTEIO	83.846	83.846	100,00	100,00	105,26	0,66	55,34
IGREJINHA	34.035	32.456	95,36	100,00	388,45	0,51	16,55
NOVA HARTZ	19.834	19.419	97,91	97,83	152,11	0,52	10,10
NOVA STA RITA	25.293	21.683	85,73	100,00	120,61	0,92	19,95
NOVO HAMBURGO	248.251	248.251	100,00	73,11		1,55	384,79
PAROBÉ	55.056	55.056	100,00	100,00	373,44	0,39	21,47
PORTÃO	33.615	33.615	100,00	98,18		0,30	10,08
RIOZINHO	4.552	4.552	100,00	0,00	190,46	0,39	1,78
ROLANTE	20.599	20.599	100,00	100,00	140,89	0,53	10,92
SÃO LEOPOLDO	226.988	226.988	100,00	100,00	143,22	0,61	138,46
SAPIRANGA	79.152	79.152	100,00	98,48	166,35	0,55	43,53
SAPUCAIA DO SUL (2013)	137.104	137.104	100	100	200,75	0,64	87,75
TAQUARA	57.072	55.622	97,46	96,12	175,80	0,64	35,60
TRÊS COROAS	25.822	25.822	100,00	98,97	195,37	0,69	17,82
*Ano de 2013 quando indicado							

(Fonte: SNIS, ano de referência 2014)

Conforme quadro acima, verifica-se uma dispersão muito grande de valores per capita (RDO + RPU), mesmo entre municípios vizinhos e com características socioeconômicas semelhantes, como é o caso de São Leopoldo (0,61 kg/hab/dia), Novo Hamburgo (1,55 kg/hab/dia) e Campo Bom (0,94 kg/hab/dia).

Quanto à taxa de cobertura da coleta de Resíduos Domésticos Orgânicos (RDO) em relação a população total do município, 13 municípios têm abrangência de 100%, enquanto 6 municípios não atendem totalmente este índice, são eles: Campo Bom, Caraá, Igrejinha, Nova Hartz, Taquara e Nova Santa Rita, sendo que o último possui o menor índice de 85,73 apenas da cobertura de coleta de RDO (SNIS, 2014).

Dentre os municípios abrangidos nesse estudo, apenas Araricá, Caraá, Nova Santa Rita, Parobé, Riozinho e Rolante não possuem coleta seletiva de resíduos. Conforme dados do SNIS2014 e apresentados no Quadro 45, muito deve ser feito em relação a este tipo de coleta.

Quadro 45 - Dados sobre a Coleta Seletiva de Resíduos

MUNICÍPIOS	Existência de coleta seletiva	Taxa de cobertura da col. Seletiva porta-a-porta em relação a pop. Urbana	Taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de RDO e RPU	Massa recuperada per capita	Massa per capita recolhida via coleta seletiva
		%	%	kg/(hab. x ano)	kg/(hab. x ano)
ARARICÁ	Não	-	5,36	11,60	-
CAMPO BOM	Sim	98,58	0,09	0,31	28,85
CANOAS	Sim	89,91	2,49	6,17	7,48
CARAÁ (2013)	Não	-	5,56	35,71	-
ESTÂNCIA VELHA	Sim	100,00	5,38	10,13	28,12
ESTEIO	Sim	19,11	-	-	8,28
IGREJINHA	Sim	100,00	5,56	10,30	53,94
NOVA HARTZ	Sim	19,39	-	-	218,09
NOVA STA. RITA	Não	-	2,19	7,38	-
N. HAMBURGO	Sim	97,48	-	-	154,51
PAROBÉ	Não	-	-	-	-
PORTÃO	Sim	100,00	0,03	0,12	197,71
RIOZINHO	Não	-	-	-	-
ROLANTE	Não	-	8,65	21,16	-
SÃO LEOPOLDO	Sim	100,00	4,12	9,21	10,13
SAPIRANGA	Sim	80,00	9,28	19,27	-
TAQUARA	Sim	100,00	4,45	12,13	12,14
TRÊS COROAS	Sim	46,97	3,24	9,53	23,82
*Ano de 2013 quando indicado					

(Fonte: SNIS, ano de referência 2014.

Vale destacar que Riozinho e Caraá são prefeituras que realizam a coleta de RSU sem a ajuda de empresas privadas. Já São Leopoldo se apresenta como o único município com experiência na concessão dos serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação dos resíduos sólidos

Como pode ser observado pelos dados apresentados, principalmente quanto à taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de RSU recolhida, os índices de reaproveitamento dos resíduos ainda são muito baixos.

No município de São Leopoldo, sede do Consórcio, a coleta seletiva passou a ser realizada pelas cooperativas, sendo o primeiro município do Brasil a ter 100% da gestão de recicláveis feita por cooperativas.

Os municípios de Campo Bom, Canoas, Esteio, Nova Hartz e Novo Hamburgo têm catadores que recebem o apoio da Prefeitura local.

A Secretaria do Meio Ambiente de Novo Hamburgo, observou através do Ofício 2002/2016, dirigido à Metroplan, que a coleta seletiva ocorre somente na parte central da cidade, através da cooperativa de catadores Catavida. Portanto, o índice de coleta seria bem inferior ao divulgado através do SNIS.

Os municípios de Araricá, Caraá, Igrejinha, Parobé, Riozinho, Rolante, Sapiranga e Três Coroas não possuem associação/cooperativa de catadores formais de materiais recicláveis, assim como a existência de catadores nas unidades de disposição de resíduos no solo não foi registrada pelo Censo do IBGE de 2010.

Estes trabalham em provável condição de informalidade na triagem, beneficiamento e comercialização de resíduos sólidos, numa condição de difícil pesquisa e investigação devido à sua própria natureza.

De acordo com o PERS 2014, na Bacia do Rio dos Sinos ocorrem apenas dois aterros sanitários em operação, classificados como adequados e com licença de operação válida:

O aterro sanitário de Campo Bom, que era utilizado apenas por aquele município e o aterro sanitário de São Leopoldo, operado pela CRVR, de uso compartilhado.

Com a entrada em operação do aterro sanitário da CRVR na Estrada do Socorro em São Leopoldo no final de 2011, com capacidade de 5 milhões de toneladas e com vida útil estimada em 20 anos, muitos municípios da bacia mudaram o destino de RSU para esse aterro.

No início de 2016, a grande maioria dos municípios da Bacia do Rio dos Sinos já utilizava esse aterro, inclusive Campo Bom, que envia parte dos seus resíduos. Apenas os municípios de maior população da bacia, Canoas e Novo Hamburgo, utilizam o aterro mais distante da CRVR de Minas do Leão, visto que ele possui uma capacidade de processamento diária quatro vezes maior do que o de São Leopoldo.

O planejamento da limpeza pública, bem como todas as demais atividades de saneamento onde a gestão dos resíduos sólidos se insere, são profundamente dependentes do planejamento urbano.

As atividades de limpeza pública, entre as quais a coleta de resíduos domiciliares, a varrição, a remoção de entulhos, a capina e a roçada, tem suas eficiências condicionadas pela organização do sistema viário, pela qualidade da pavimentação dos logradouros, pelo esgotamento pluvial e demais sistemas de drenagem urbana.

Enfim, pelas condições de acesso e trafegabilidade dos veículos e demais equipamentos alocados para este fim.

As adversidades topográficas constituem-se em outro fator interveniente no planejamento da coleta, principalmente em locais ocupados por populações de baixa renda e com infraestrutura deficiente.

A Figura 101 apresenta a composição gravimétrica dos resíduos na Bacia do Rio dos Sinos.

Os resíduos plásticos, mesmo representando apenas 13%, quando indevidamente coletados, geram grandes transtornos na rede de drenagem não só em termos de poluição, mas também causando restrição de vazão ou até mesmo entupimento de tubulações e galerias.

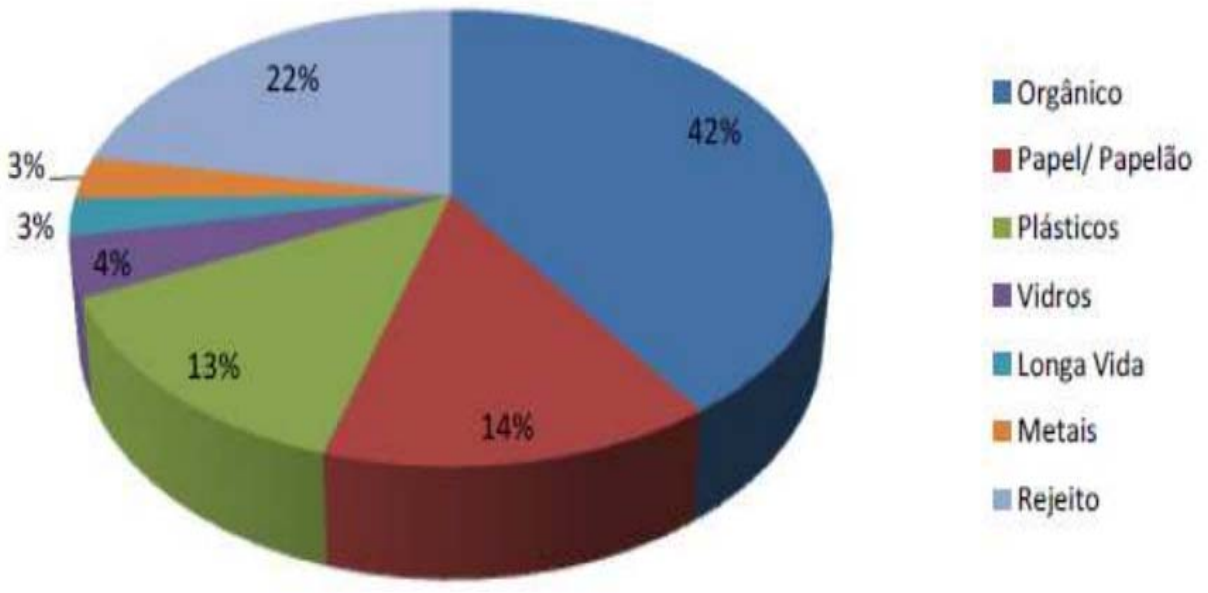


Figura 101 - Composição Gravimétrica dos resíduos gerado na Bacia
Fonte: (Consórcio Pró-Sinos, 2014)

Em relação ao **Resíduo de Construção Civil (RCC),** o Consórcio Pró-Sinos implantou a Usina Regional de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil, construída no bairro Arroio da Manteiga, em São Leopoldo, resultante de parceria com a Fundação Banco do Brasil.

Essa usina foi inaugurada em maio de 2012 e recebeu licença de operação em dezembro de 2013. A Usina foi projetada para atender a demanda de todos os municípios da Bacia do Rio dos Sinos, inicialmente oito municípios do Consórcio (Campo Bom, Canoas, Estância Velha, Esteio, Novo Hamburgo, Portão, Sapucaia do Sul e São Leopoldo) são atendidos.

Esses municípios são os que apresentam maior geração de RCC na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos: 696 t/dia, sendo que o total gerado em toda a bacia do Sinos, em 2014, foi de 1.067 t/dia (Consórcio Pró-Sinos, 2014).

O entulho levado para a Usina é processado para se tornar brita, areia reciclada, bica corrida (brita com granulação maior) e material para aterro.

O produto mais barato é a areia, que tem uma tabela de preços diferenciada conforme o cliente, aplicando descontos em torno de 15% para os municípios em geral e 30% para municípios associados.

Desde que a usina entrou em operação, em dezembro de 2013, o Consórcio recebe 16% do faturamento da empresa que ganhou a concessão de 20 anos do negócio.

No Brasil inteiro, esse tipo de desperdício superou 42 milhões de toneladas só em 2013 – 4,6% a mais que em 2012.

Conforme declaração da Sra. Viviane Diogo, diretora do Consórcio PróSinos, registrada em (Renata Valério de Mesquita, 2014).:

> *"Transformamos entulho em material para o próprio setor de construção, e nos livramos desse passivo, que costumava ser despejado nas margens dos rios e em terrenos baldios".*

Além da questão ambiental e econômica, o impacto do RCC na rede de drenagem também deve ser considerado.

O destino final desse tipo de resíduo, quando indevidamente coletado, acaba sendo inevitavelmente a rede de drenagem, gerando contaminação devido aos diversos produtos químicos utilizados na construção, além de provocar obstrução e assoreamento.

Os municípios de Esteio, Igrejinha, Nova Hartz, Novo Hamburgo, Portão e Sapiranga têm os serviços de coleta de RCC realizados pela Prefeitura, sendo que apenas o município de Portão faz a cobrança por este tipo de coleta.

Sobre os serviços de **varrição, capina e poda** pode-se observar que os municípios de Canoas, Portão e Sapiranga possuem o serviço de varrição mecanizada.

Canoas, Estancia Velha, Igrejinha, Portão, São Leopoldo e Sapiranga possuem serviço de capina mecanizado. Nenhum dos municípios da Bacia do Sinos faz uso do serviço de capina química.

Para o tratamento de **Resíduos Sólidos Industriais** (RSI), existe uma unidade de tratamento compartilhada entre os municípios da bacia. Trata-se da Central de Resíduos Sólidos Industriais Classe I e IIA de Estância Velha. – União dos Trabalhadores em Resíduos Especiais e Saneamento Ambiental - UTRESA, localizada na Estrada do terminal, 1545, em Estância Velha. Possui Licença de Operação LO 01719/2015-DL.

A UTRESA (Figura 102) recebe 14.000 m³/mês de resíduos sólidos industriais Classe I e II, de vários municípios do estado do Rio Grande do Sul e da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos.

A vida útil do empreendimento é de aproximadamente 15 anos. Existe triagem dos resíduos classe II por empresa terceirizada. O material não triado é enterrado (em células de disposição).

Existe também a reciclagem de areia de fundição classe II, que é encaminhada para empresa que fabrica asfalto ecológico.

Há um projeto em fase de licenciamento na FEPAM para compostagem de resíduos orgânicos não-contaminados.

O município, através do licenciamento de impacto local, possui um controle, através de planilhas trimestrais dos resíduos industriais gerados.



Figura 102 - Vista aérea geral da UTRESA em 2009 e 2015
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

O volume de **Resíduos dos Serviços de Saúde** é inexpressivo quando comparado aos demais tipos de resíduos sólidos. Entretanto, o risco de gerar danos à saúde pública e meio ambiente é extremamente alto.

A RDC 306/2004 da ANVISA e a Resolução 358/2005 do CONAMA regulamentam a coleta e tratamento de resíduos de saúde.

Após a coleta, o resíduo é transportado pela mesma empresa e encaminhado para o tratamento por incineração, esterilização e descaracterização do material, e então os produtos resultantes são destinados ao Aterro Industrial de Bento Gonçalves - Classe I (resíduos perigosos) e as cinzas vão para o Aterro Industrial de Estância Velha - Classe II (não perigosos).

Para conseguir atender à legislação, os municípios contratam serviços de empresas especializadas. A maioria dos municípios da Bacia do Rio dos Sinos possuem contrato com a empresa Ambientuus, com sede em Cachoeirinha.

Outra alternativa utilizada pelos municípios da Bacia do Rio dos Sinos é a unidade da empresa uruguaia Aborgama, instalada em 2003, na Estrada dos Ramires, 6.100, em Sapucaia do Sul, e que trouxe ao Brasil a primeira Unidade de Tratamento de Resíduos de Saúde.

Além de resíduos hospitalares, esta empresa processa o tratamento final de animais mortos, recolhidos por empresa terceirizada. A empresa possui licença da FEPAM para tratar até 20 toneladas diárias de resíduos hospitalares nessa planta.

A seguir é apresentada uma avaliação dos serviços de resíduos sólidos urbanos (RSU) específica para cada município objeto do presente estudo.

Nas fontes consultadas, sobre os quantitativos e a destinação de RSU não é identificada uma discriminação específica entre resíduos de limpeza pública urbana (RPU) e resíduos domésticos orgânicos (RDO).

6.3.1 Araricá

No município de Araricá a Secretaria de Meio Ambiente é a entidade responsável pela gestão, fiscalização e administração dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

As normativas legais que norteiam, de forma direta ou indireta, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no município de Araricá encontram-se no:

- Código de Posturas, Lei Nº 255/02;
- Lei Nº 569/07 de Política do Meio Ambiente Municipal;
- Lei Nº 906/10 que institui o Plano Diretor de Desenvolvimento (PDD);
- Lei Nº 962/10, que constitui o Fundo Municipal do Meio Ambiente de Araricá.

Existe taxa específica no mesmo boleto do IPTU de cobrança dos serviços. A receita com serviços de limpeza urbana foram 86.000,00 R$/ano e as despesas, segundo o agente executor, 410.623,90 R$/ano (SNIS, 2014).

A quantidade de resíduos domiciliares recolhidos anualmente é de 932 toneladas e o recolhimento atende a 100% da população urbana, assim a massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à população total atendida é de aproximadamente 0,49 kg/hab/dia.

A coleta é realizada por uma empresa terceirizada, a Onze Construtora e Urbanizadora LTDA, cobrindo 100% da população urbana e rural. Não há coleta seletiva.

O município possui uma Usina de Triagem e Transbordo Municipal, localizado a 4 km da sede municipal, com acesso pela RS-239, na localidade de Campo da Brazina.

Os resíduos recicláveis são triados na central de segregação e transbordo, e posteriormente beneficiados e comercializados.

Os rejeitos em geral que não são passíveis de segregação e comercialização e os resíduos sólidos de natureza orgânica são transportados até o aterro de São Leopoldo.

Em relação aos outros tipos específicos de resíduos:

- **RCC:** O município ainda não dispõe de estrutura administrativa adequada ao gerenciamento de RCC. A Resolução 307 do Conama não é aplicada.

  Como não existe unidade para destinação de RCC, os proprietários de cada obra são responsáveis pelo destino final dos resíduos da construção e demolição.

  A maioria dos resíduos da construção civil gerada é reutilizada em obras que necessitam de aterramento e terraplenagem.

- **RSI:** De acordo com o PMSB, não existem dados sobre a natureza ou quantidade de geração de resíduos industriais no município. A administração municipal consultada estima que a maioria dos resíduos industriais gerados no âmbito do município provavelmente são provenientes do setor coureiro-calçadista.

  Um destino utilizado é o aterro para resíduos sólidos industriais de propriedade do Sindicato dos Trabalhadores do Município de Sapiranga nas proximidades da RS 239 (fonte MP-RS).

  Outro destino utilizado é a Central da UTRESA em Estância Velha, a 26 km de Araricá (PMGIRS Ararica, 2012).

- **ECOPONTOS:** O Município não possui Ecopontos ou PEVs (Pontos de Entrega Voluntária).

Quanto ao passivo ambiental, existe um aterro controlado que está sendo remediado, localizado na área da central de triagem a 4 km da sede municipal, com acesso pela RS-239, na localidade de Campo da Brazina, dentro dos limites do município de Araricá

6.3.2 Campo Bom

No município de Campo Bom, a Secretaria de Obras, Serviços Urbanos e Transito e a Secretaria de Meio Ambiente são as entidades responsáveis pela gestão, fiscalização e administração dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

As normativas legais que norteiam, de forma direta ou indireta, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no município de Campo Bom estão relacionadas abaixo:

- Lei Nº 1.584/94: Reestrutura e disciplina o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente - COMDEMA.
- Lei Nº 1.606/94: Código de Posturas.
- Lei Municipal 1.812/97: Dispõe sobre Código Sanitário do Município de Campo Bom e dá outras providências.
- Lei Orgânica - 1990, revisada em 2002.
- Lei Municipal 2.731/04: Institui a Taxa de Coleta de Lixo - TCL.

- Lei Municipal 2.988/06: Reestrutura o Plano Diretor de desenvolvimento integrado do Município de Campo Bom.
- Lei Municipal 3.094/07: Autoriza a integração do Município ao Consórcio Público de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos - Pró-Sinos.
- Lei Municipal 3.231/08: Autoriza o Poder Executivo a firmar Contrato de Rateio com o Consórcio Público de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos Pró-Sinos, com vistas ao repasse de contrapartida ao Fundo Nacional de Meio Ambiente.
- Lei Municipal 3.319/08: Institui a Taxa de Licenciamento Ambiental.
- Lei Municipal 3.323/09: Altera as Leis Municipais 2.412/2003 e 2.404/2003.
- Lei Municipal 3.382/09: Dispõe sobre a política ambiental do Município de Campo Bom.
- Lei Municipal 3.439/09: Dispõe sobre o Plano Plurianual - PPA do Município de Campo Bom para o período de 2010 a 2013.
- Decreto Municipal Nº 4.670/09: Declara de Utilidade Pública, para fins de desapropriação do domínio pleno, objetivando a ampliação da Central Municipal de Tratamento de Resíduos Domésticos, imóvel de propriedade da Madeireira Campo Bom Ltda.
- Decreto Municipal Nº 4.886/10: Define estrutura para acompanhamento e aprovação do Plano Regional de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.
- Lei Municipal 3.542/10: Aprova o contrato padrão de rateio, e autoriza contribuição para manutenção do Consórcio Público de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos - Pró-Sinos.
- Lei Municipal 3.556/10: Cria a Secretaria Municipal do Meio Ambiente, altera a Lei Nº 3.382/2009 e a Lei Nº 3.319/2008, cria cargos públicos municipais.
- Lei Municipal 3.611/10: Regulamenta o disposto no art. 191-E, da Lei Nº 2.397/2002 - Código Tributário Municipal.
- Lei Municipal 3.631/10: Dispõe sobre as Diretrizes Orçamentárias para o Exercício de 2011.

Existe taxa específica de cobrança dos serviços de coleta de resíduos no mesmo boleto do IPTU. A receita arrecadada com serviços de limpeza urbana foram 464.164,00 R$/ano e as despesas, segundo o agente executor privado, foi de 2.889.372,00 R$/ano (SNIS, 2014).

Campo Bom produz cerca de 0,49 quilos de resíduos domésticos diários por habitante e representam a menor produção na bacia de 0,94 kg/(habXdia) de RDO e RPU. A quantidade total de resíduos coletada, está calculada em aproximadamente 35 toneladas/dia, de RDO e RPU.

Atualmente o município é referência no estado em termos de coleta seletiva e programas de educação ambiental que visam à recuperação e beneficiamento dos resíduos, sendo a abrangência de 100%.

Além disso, Campo Bom é um dos poucos municípios na bacia que mantém ativa uma unidade de compostagem.

O Programa Cacotreco também é um diferencial que vale ser mencionado. O total de resíduo reciclável coletado é de 1.756 toneladas/ano, sendo 1.600 toneladas coletadas por empresa terceirizada e 156 toneladas por Catadores com apoio da prefeitura.

Apresenta cobertura de coleta de 100% em relação a população total. Cerca de 17% do volume total de RDO coletado é reciclado. (Instituto Humanitas, 2015).

Em Campo Bom, atualmente a coleta diferenciada é efetuada pela empresa Onze Construtora e Urbanizadora LTDA e pela COOLABORE - Cooperativa de Construção Civil e Limpeza Urbana.

Destaca-se que em junho de 2013, a COOLABORE recebeu R$ 200 mil da Funasa, através da Superintendência Estadual da Fundação no Rio Grande do Sul (Suest/RS), para a aquisição de equipamentos para a ampliação desta coleta.

O destino final dos resíduos domésticos de Campo Bom é no aterro sanitário existente junto a Central Municipal de Resíduos Domésticos no Bairro Mônaco, que possui uma unidade de compostagem (usina).A administração do galpão de recicláveis é da cooperativa COOLABORE através da sua Matriz, 35 catadores trabalham neste local.

A Figura 103 apresenta uma imagem aérea oblíqua de 2006, onde observa-se a operação de 3 valas.



Figura 103 - Central de Tratamento e Reciclagem de Campo Bom
Fonte: (Pref Campo Bom, 2006)

Já na Figura 104, que mostra imagem atual resultante do recobrimento aerofotogramétrico realizado no presente estudo, verifica-se que as valas antigas estão completamente aterradas, e encontra-se em operação novas valas no fundo do terreno.



Figura 104 - Central de Tratamento e Reciclagem de Campo Bo –Ortofoto/2015 (Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

O município de Campo Bom também possui contrato com a CRVR para disposição final de resíduos sólidos classe II-A no município de São Leopoldo.

Existe ainda uma unidade de transbordo e triagem, denominada Entre Posto Recicláveis localizada na Rua Álamo, 950, junto ao Loteamento Industrial Sul, cuja construção foi concluída em 2009.

É a sede da COOLABORE Filial composta por 13 Catadores de Rua que aderiram ao Programa de Conscientização do Catador de Rua. Em relação aos outros tipos específicos de resíduos:

- **RCC**: É gerado 34,4 toneladas/dia de RCC no município (Instituto Humanitas, 2015). Os resíduos de RCC que o Município recolhe são utilizados, em sua maioria, em vias rurais que necessitam de material, o restante é encaminhado para a Usina de RCC localizada em São Leopoldo.
- **RSI:** No município de Campo Bom existem aproximadamente 600 estabelecimentos industriais de diversos ramos. A geração é maior na área do ramo calçadista (EVA, PU, couro, recouro, sintético, tecido).

Em setembro de 2001 foi instituído o Cadastro de Geração e Destinação de Resíduo Industrial que visa conhecer as atividades potencialmente poluidoras através da matéria-prima utilizada, do processo produtivo, dos resíduos gerados e seu destino final.

Este cadastro foi criado pelo Departamento de Meio Ambiente, pois havia um alto índice de resíduos descartados de forma inadequada nos terrenos baldios, encostas de morros e margens do Rio dos Sinos e arroios, necessitando assim de dados confiáveis com a tipologia de cada empresa, resíduos gerados e destinação final adequada. Com esta metodologia, alcançou-se uma redução de 70% no índice de resíduos industriais dispostos irregularmente no município.

Os resíduos gerados pelas indústrias de Campo Bom são destinados ao PATRONAL Aterro Industrial Classe I e II do Sindicato das Indústrias Calçadistas, LO 552/2010-DL, localizado no próprio Município, no Bairro Mônaco, ou enviam para a UTRESA, em Estância Velha. É gerado cerca de 730 m3/mês de resíduo da Indústria.

- **ECOPONTOS**: Possui 95 Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) de resíduos secos: lata, papel, papelão, vidro, alumínio, plástico, jornal e revista e ferro que atingem 100% da cidade.

O Município de Campo Bom, na década de 60, já recolhia o lixo doméstico. Inicialmente a área para disposição dos resíduos domiciliares ocupava um espaço de 3 ha, denominado de área 1, na Estrada de Quatro Colônias.

Na década de 80, iniciou-se a disposição dos resíduos em outro local, denominado área 2, com 7,5 ha, na RS-239, km 09.

Em 1990 com a interdição da área pelo IBAMA, a Prefeitura Municipal entrou, junto a FEPAM, com um pedido de Licença de Instalação de uma Central de Tratamentos de Resíduos Domésticos de Campo Bom.

Na espera da licença o lixo foi depositado na Pedreira Municipal, uma área de 2 ha, e após, no Lixão Salvador, rua Armazém, 3500, uma área de 6 ha.

Todas as áreas assinaladas têm projeto de "Melhorias das Antigas Áreas de Lixo Municipal".

Em relação a passivos, o município realizou a remediação do lixão da RS 239, km 09.

A Prefeitura de Campo Bom desenvolve o programa Blitz Ambiental, da Secretaria do Meio Ambiente (Sema), que promove plantio de flores e limpeza nos pontos de descarte de lixo irregulares.

Os locais revitalizados são monitorados por equipe da Secretaria uma vez que são pontos característicos de descarte irregular de resíduos, conforme apresentado no Quadro 46.

Quadro 46 - Locais de Destinação Irregular de Resíduos em Campo Bom Revitalizados

LOCAL	DATA BLITZ AMBIENTAL	FONTE
Avenida Bahia, no bairro Imigrante Norte	Junho/2015	http://novo.campobom.rs.gov.br/noticia-4921/blitz-ambiental-chega-ao-bairro-imigrante-norte
Rua do Sossego, no bairro Operária	Março/2014	http://www.campobom.rs.gov.br/noticia-3625/no-lugar-de-lixo-flores-rua-do-sossego-foi-revitalizada-pela-secretaria-municipal-do-meio-ambiente
Rua João Pedro Dias, bairro Alto Paulista	Janeiro/2014	http://novo.campobom.rs.gov.br/noticia-3542/prefeitura-pretende-coibir-descarte-irregular-de-lixo-com-blitz-ambiental-permanente
Avenida Kennedy, esquina com a rua Itapuí, no bairro Metzler	Janeiro/2014	http://novo.campobom.rs.gov.br/noticia-3542/prefeitura-pretende-coibir-descarte-irregular-de-lixo-com-blitz-ambiental-permanente
Rua João Lampert, no bairro Aurora	Novembro/2013	http://novo.campobom.rs.gov.br/noticia-3542/prefeitura-pretende-coibir-descarte-irregular-de-lixo-com-blitz-ambiental-permanente

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

6.3.3 Canoas

No município de Canoas a Secretaria Municipal de Serviços Urbanos e a Secretaria de Meio Ambiente, são as entidades responsáveis pela gestão, fiscalização e administração dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

A Secretaria de Serviços Urbanos fica com a responsabilidade da coleta regular domiciliar, varrição, capina e limpeza de focos de lixo. Já a Secretaria do Meio Ambiente é responsável pela coleta seletiva, cooperativa de recicladores e destinação final dos resíduos sólidos.

As normativas legais que norteiam, de forma direta ou indireta, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no município encontram-se:

- Lei Nº 4.328/98: Código Municipal do Meio Ambiente;
- Lei Nº 4.980/05: Código Municipal de Limpeza Urbana;
- Lei Nº 5.341/08: Institui o Plano Diretor Urbano Ambiental de Canoas;
- Lei Orgânica Municipal de Canoas, novembro/2009;
- Lei Nº 5.390/09: Programa de destino de resíduos sólidos para estabelecimentos que precisam de Licenciamento Ambiental;
- Lei Nº 5.451/09: Institui a obrigatoriedade na separação dos resíduos seco e orgânico;
- Lei Nº 5.485/10: Institui o serviço público de coleta seletiva de resíduos recicláveis;
- Lei Nº 5.563/10: Dispõe sobre o licenciamento ambiental no município de Canoas, cria taxas de licenciamento ambiental;
- Lei Nº 5.961/15: institui o Plano Diretor Urbano Ambiental de Canoas, dispõe sobre o desenvolvimento urbano no Município;
- Decreto 396/15: Aprova a revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico.

Existe taxa específica de cobrança dos serviços de coleta de resíduos no mesmo boleto do IPTU. A receita arrecadada com serviços de limpeza urbana foram 9.602.975,83 R$/ano e as despesas, segundo o agente executor privado, foi de 35.628.574,00 R$/ano (SNIS, 2014).

No final de 2015, a Prefeitura lançou um conjunto de editais buscando a contratação de fornecedores distintos para os diversos serviços relacionados com resíduos sólidos, buscando firmar contratos para um período de 5 anos, conforme apresentado no Quadro 47.

Quadro 47 - Editais para contratação de serviços de resíduos sólidos em Canoas

EDITAL	SERVIÇOS LICITADOS	VALOR (R$ MILHÕES)
268/2015	Coleta domiciliar de resíduos domésticos, incluindo a conteinerização; Coleta de resíduos dos serviços de saúde	3,46
269/2015	Limpeza urbana (varrição, capina e pintura de meios-fios); Limpeza de praças e parques	48,13
271/2015	Operação e manutenção da Central de Resíduos Jorge Lanner	7,61
278/2015	Operação e manutenção da unidade de transbordo na Fazenda Guajuviras; Transporte dos resíduos até o destino final; Destinação final dos resíduos em aterro sanitário externo;	45,6

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

A quantidade de resíduos domiciliares recolhidos anualmente é de 84.343 toneladas e o recolhimento atende a 100% da população urbana sendo realizada de forma tradicional e automatizada. A massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à população total atendida é de aproximadamente 0,68 kg/hab/dia.

Desde 2013, na região central do município, fora do limite da Bacia do Rio dos Sinos, o Jardim do Lago e parte do bairro Marechal Rondon são atendidos pela coleta mecanizada, com a utilização de contêineres, um para a coleta de resíduos recicláveis e outro para resíduos orgânicos.

A coleta seletiva é efetuada desde 2010, de forma inovadora, por meio de responsabilidade compartilhada entre as cooperativas, que recolhem, separam e comercializam os resíduos seletivos.

A Prefeitura municipal repassa recursos para a realização dos serviços, conforme contrato firmado com 4 cooperativas: COOARLAS, COOPCAMATE, RENASCER, COOPERMAG.

Além dessas, a cooperativa Mãos Dadas, originada de assentamento de famílias atingidas pelas obras da BR-448, recebe solidariamente resíduos das demais cooperativas.

Os resíduos sólidos domiciliares que não são coletados seletivamente são enviados para a Estação de Transbordo do Aterro Sanitário Guajuviras e uma Central de Triagem localizada no Aterro Sanitário Guajuviras.

Deste local o resíduo é destinado para o aterro em Minas do Leão localizado em cerca de 80 km distante do município de Canoas, gerido pela CRVR.

Apesar de mais distante que São Leopoldo, o aterro de Minas do Leão tem alta capacidade de processamento, suficiente para atender os municípios de maior porte do Estado, inclusive Porto Alegre. Em relação aos outros tipos específicos de resíduos:

RCC: O município de Canoas gera uma quantidade aproximada de 600 m3/dia de resíduos da construção e demolição (PGIRSU, 2010). A coleta, o transporte e o destino final são de exclusiva responsabilidade de seus proprietários e somente poderão ser realizados em locais e por métodos indicados pela Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SMSU) e pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMMA).

O manejo de resíduos de construção civil no Município de Canoas ainda conta com a gestão de uma central de recebimento, triagem e beneficiamento desses resíduos e de equipamentos de apoio como ecopontos. Esse aterro localiza-se no Bairro Niterói, já na região da Bacia do Rio Gravataí, ao lado do Parque Industrial Jorge Lanner. Desde 2011 a operação dessa área é de responsabilidade da empresa Mecanicapina. Limpeza Urbana Ltda.

Mesmo com a gestão da Mecanicapina, a triagem não contempla 100% dos resíduos recebidos, e um volume considerável é aterrado sem a devida segregação.

Os resíduos de construção civil coletados nos ecopontos são destinados à Central de Triagem de Resíduos da Construção Civil localizado no Aterro de Inertes Jorge Lanner – CTRCD Niterói, que pode ser visualizada na Figura 105.

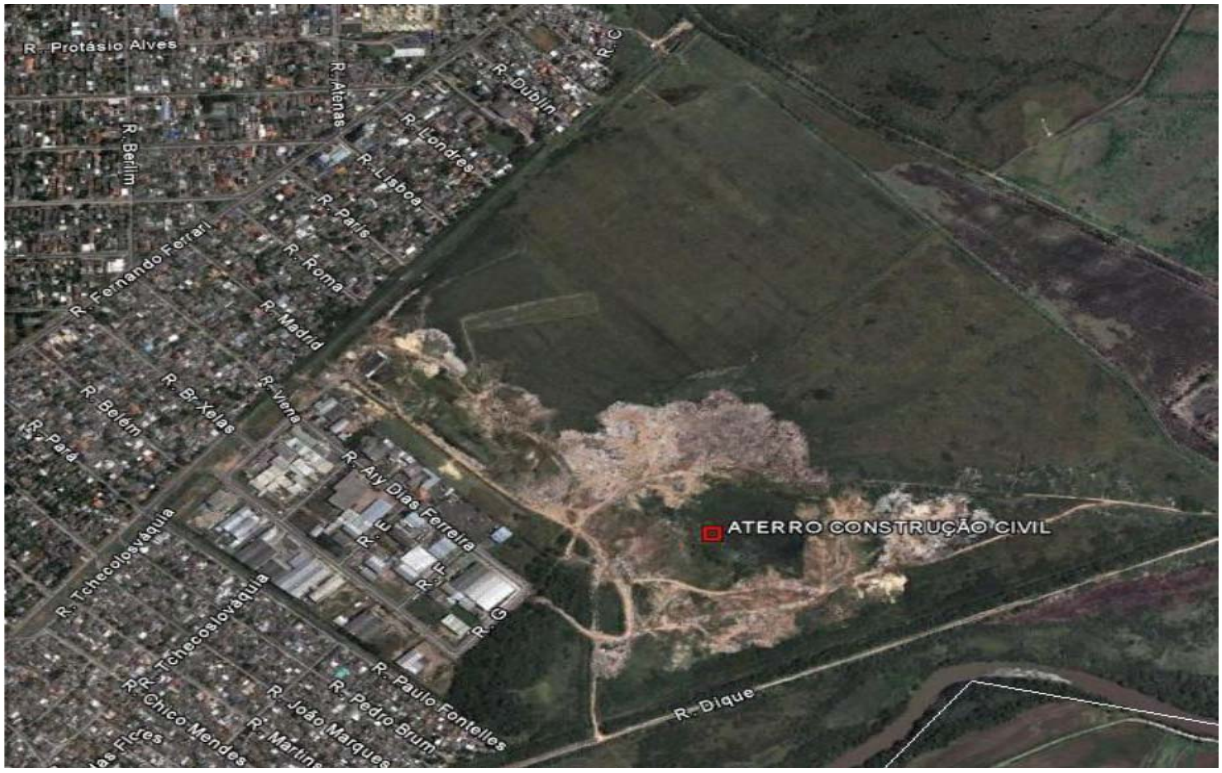


Figura 105 - Vista Aérea do Aterro da Construção Civil
(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

- **RSI:** O município não dispõe de aterro industrial para destinação dos resíduos perigosos, mas as empresas que são as responsáveis pelos resíduos gerados praticam destinação adequada em centrais de resíduos industriais licenciadas de outros municípios.

  O município de Canoas possui cerca de 1.120 indústrias. Em 2009, o município criou o Programa de Destino de Resíduos Sólidos (Lei Nº 5.390/2009) voltado aos estabelecimentos que necessitem de licenciamento ambiental para o seu funcionamento.

  O programa consiste no gerenciamento dos resíduos recicláveis gerados pelos estabelecimentos cuja atividade industrial possui área útil igual ou maior a 500 m².

  Esses estabelecimentos ficam responsáveis pelo destino de seus resíduos. O estabelecimento que doa seus resíduos aos galpões de reciclagem cadastrados recebe o selo Amigo dos Recicladores.

  Os resíduos produzidos pelas indústrias são das classes I, II-A e II-B. A maioria dos resíduos da classe I é de indústrias metais-mecânicas.

  A destinação e tratamento dos resíduos industriais são: UTRESA, em Estância Velha, Pró Ambiente ou Silex, em Gravataí, e Multti Serviços, em Sapucaia do Sul.

- **ECOPONTOS**: O município possui 6 ecopontos, locais onde a população pode descartar materiais como galhos, restos de construções, pneus e móveis, distribuídos em quadrantes, exceto no Centro (Figura 106).

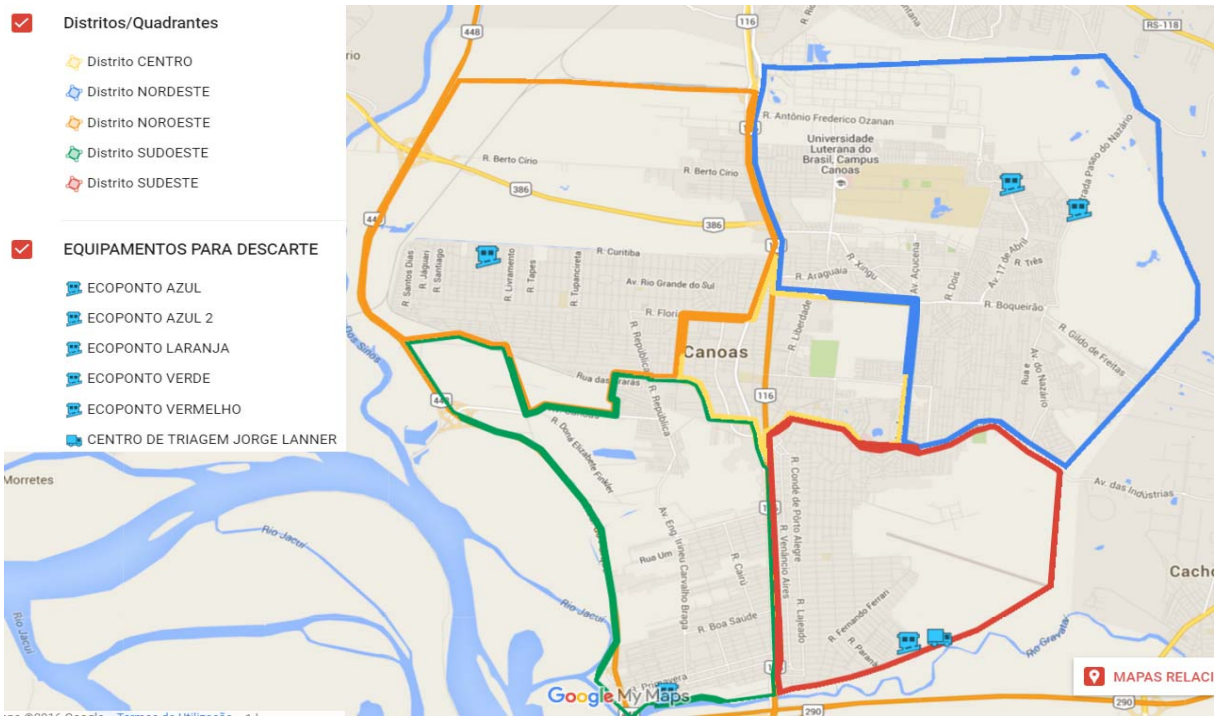


Figura 106 - Aplicativo apresentando mapa com localização dos ecopontos em Canoas (Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

O ecoponto é uma área cercada, pavimentada, com administração e segurança local, com estrutura para recepção de resíduos sólidos em caçambas com capacidade de mais de 3 m3.

Serve para atender a população que usa veículos de tração animal, veículos de tração humana e veículos leves de tração mecânica, permitindo apenas a deposição de resíduos até 2 m3.

Não recebe resíduos orgânicos. O descarte de grande quantidade de resíduos, ou seja, maior que 2 m3, deve ser feito diretamente no Aterro de Resíduos Inertes Jorge Lanner.

O ecoponto é também base operacional para a realização do Programa Amigo da Cidade que visa estimular o seu público-alvo, os carroceiros e carrinheiros a descartarem seus resíduos corretamente nos ecopontos.

Este programa, além de manter o registro dos carroceiros, disponibiliza assistência veterinária para seus animais e incentivo através de cestas básicas, conforme o número de descarte realizado (Pref. Canoas, 2016).

A Prefeitura Municipal disponibiliza ainda o serviço de recolhimento de animais mortos através de requerimento por e-mail e/ou telefone pela Central de Atendimento ao Cidadão (CAC).

O Município de Canoas possui um lixão desativado que recebeu os resíduos sólidos até o ano 1996, localizado no mesmo local onde se encontra hoje o Aterro Sanitário Guajuviras, que foi desativado em dezembro de 2011. Esta área está inserida numa APP (Área de Preservação Permanente) no Bairro Guajuviras, numa gleba de 13 ha.

O processo de remediação do local do antigo lixão foi iniciado nos anos 90 com licença para operação de aterro controlado, onde posteriormente foi transformado em aterro sanitário.

A operação como aterro controlado se deveu ao fato do mesmo apresentar alguns componentes associados aos procedimentos de controle, restando prejudicado os demais aspectos para operação de aterro sanitário.

Naquele período foram realizadas diversas atividades de recuperação, destacadamente a impermeabilização com argila, a coleta de chorume e instalação de drenos de gases.

Também foi instalado na área um sistema de monitoramento ambiental, que incluiu a perfuração de 10 poços para controle. Sua vida útil estimada findou em 2010, período em que expirou a licença concedida pela FEPAM (Pref Canoas, 2014).

Neste mesmo local funciona uma central de triagem e a Estação de Transbordo do Aterro Sanitário Guajuviras (Figura 107), para onde os resíduos sólidos domiciliares que não são coletados seletivamente são enviados.



Figura 107 - Vista Aérea do antigo aterro sanitário de Canoas e atual estação de transbordo (Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

No Município de Canoas, embora a disposição irregular de resíduos seja proibida, conforme o Artigo 34 da Lei n° 1214 de 1968, são encontradas diversas áreas com pontos de descarte de resíduos de construção civil e até mesmo domiciliares (Figura 108).



Figura 108 - Pontos de descarte irregular na Fazenda Guajuviras
Fonte: (PMGIRS CANOAS, 2014)

Atualmente existem cerca de 85 pontos de depósito irregulares espalhados pelo Município. Existe uma aplicação de mapa disponível na internet, no site da Prefeitura, que indica os locais de deposição irregular de resíduos.

Os dados são de janeiro de 2015 e de abril de 2015, inclusive com a identificação dos locais que tiveram alguma remediação, ver Figura 109.

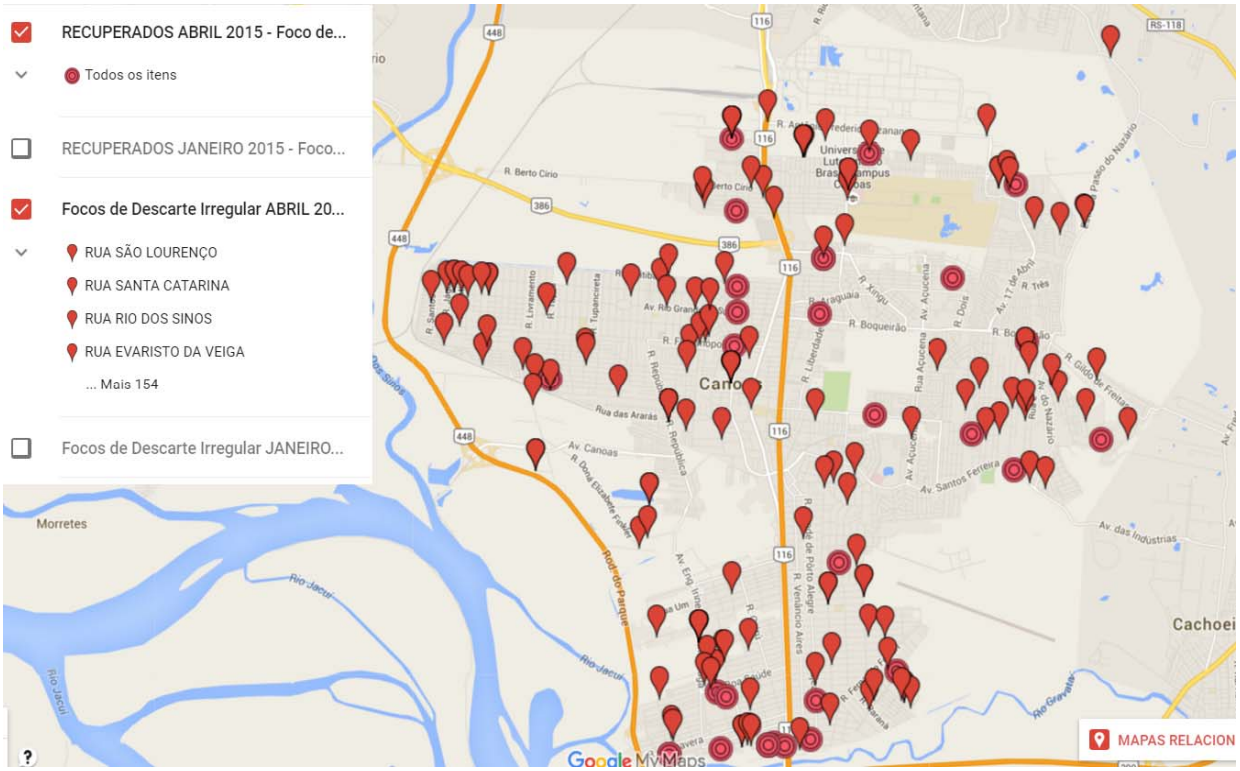


Figura 109 - Aplicação de Mapa com a Localização de Focos de Descarte Irregular de Resíduos (Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

Na av. Rio dos Sinos, no bairro Harmonia, há ocorrência de lixão a céu aberto, assim como na av. Boqueirão, no Guajuviras, a reclamação é antiga de parte dos moradores (Figura 110 e Figura 111 abaixo):



Figura 110 - Depósito de lixo na Av. Boqueirão
Fonte: (O Timoneiro, 2016)



Figura 111 - Depósito de Lixo Av Rio dos Sinos, no Bairro Harmonia
Fonte: (O Timoneiro, 2016)

Conforme registro (jornal Timoneiro/2016) reproduzido a seguir:

> *O lixo faz parte do dia a dia dos moradores da avenida que leva os canoenses do centro até o fim do bairro Harmonia. Basta a Prefeitura limpar o local para que, minutos depois, moradores despejem mais dejetos no local.*

6.3.4 Caraá

No Município de Caraá, a Secretaria Municipal de Obras, Viação e Serviços e a Secretaria de Meio Ambiente são as entidades responsáveis pela gestão, fiscalização e administração dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Caraá vem tomando algumas ações na questão da gestão dos resíduos sólidos pelo Município. Possui um Projeto aprovado na FUNASA para Implantação e melhorias de sistemas públicos de manejo de resíduos sólidos em município de até 50.000 hab., exclusivo de regiões metropolitanas ou regiões integradas de desenvolvimento econômico. (PMSB Caraá, 2014)

As normativas legais que norteiam, de forma direta ou indireta, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no município de Caraá encontram-se:

- Lei Nº 483/03: Institui o Código de Posturas do Município;
- Lei Nº 4.774/05: Autoriza o executivo municipal a firmar convênio com o Município de Santo Antônio da Patrulha em relação à destinação dos resíduos sólidos urbanos domésticos;
- Lei N° 780/06: Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Municipal e o Sistema de Planejamento e Gestão do Desenvolvimento Urbano do Município;

- Lei Nº 857/07: Código Sanitário do Município;
- Lei Orgânica Municipal de Caraá;
- Lei Nº 1.021/09: Institui a Política de Meio Ambiente do Município de Caraá;

Não existe taxa de cobrança pelos serviços de coleta de resíduos sólidos e limpeza urbana. A despesa do município com a coleta de RSU foi de R$ 192.000,00 no ano de 2013 (SNIS, 2013).

No que tange à coleta regular dos resíduos domiciliares, a gestão de Caraá não atende integralmente à Lei de Saneamento Básico, visto que 10% da população situada na área rural e 20% da população situada na área urbana não tem acesso a este serviço (PMSB Caraá, 2014).

Conforme dados do SNIS 2013, Caraá não possui sistema de coleta seletiva, nem associação/cooperativa de catadores. Entretanto, o município implementou um programa visando a separação do resíduo doméstico - seco e orgânico, nas residências.

A população, cuja maioria (85%) reside na área rural, utiliza a matéria orgânica para a realização de processos de compostagem doméstica e disponibilizam para coleta somente os resíduos secos.

A partir da triagem dos RSU foram recuperadas 40 toneladas de resíduos recicláveis, no ano de 2013 (SNIS, 2013), sendo a taxa de recuperação de recicláveis em relação a quantidade de RDO e RPU é de 5,56% e a massa recuperada per capita de 35,71 kg/(hab. x ano).

Caraá possui somente dois (2) catadores de rua que necessitam do apoio da prefeitura e entidades privadas, para atuar na coleta diferenciada de forma digna e humana.

Os rejeitos provenientes da coleta regular são enviados para o aterro sanitário de Santo Antônio da Patrulha.

Em relação aos outros tipos específicos de resíduos:

- **RCC:** O município de Caraá não dispõe de coleta específica para os Resíduos da Construção e Demolição e Resíduos Volumosos. Todo material coletado, oriundo de obras públicas, é reutilizado em outras obras. Não foram diagnosticadas informações a respeito das obras privadas.
- **RSI:** O município de Caraá possui 20 indústrias, principalmente de beneficiamento de calçados e de materiais para confecção de calçados. O segundo maior polo industrial do município é a indústria da madeira. As indústrias enviam seus resíduos sólidos para aterros industriais em outros municípios, sob responsabilidade de cada indústria.
- **ECOPONTOS:** o município de Caraá já trabalha na implementação do sistema de logística reversa e responsabilidade compartilhada. Apresenta alguns pontos de coleta instalados em entidades privadas as quais são responsáveis pelo encaminhamento e destinação final dos materiais recolhidos, fazendo jus aos preceitos da responsabilidade compartilhada.

Caraá não possui registro de passivos ambientais em seu território.

6.3.5 Estância Velha

No município de Estância Velha, a Secretaria de Obras e a Secretaria de Meio Ambiente e Preservação Ecológica são as entidades responsáveis pela gestão, fiscalização e administração dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

As normativas legais que norteiam, de forma direta ou indireta, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos são relacionadas a seguir:

- Lei Nº 050/93: Política do Meio Ambiente;
- Lei Complementar N° 006/95: Dispõe sobre as normas de Política Administrativa (Código de Postura);
- Lei Nº 768, de 27/02: Estabelece o Código Tributário do Município, consolida a legislação tributária;
- Lei Nº 947/04: Dispõe sobre as normas de cadastramento de veículos de tração animal e propulsão humana;
- Lei Nº 1158/06: Plano Diretor;
- Lei Nº 1.251/07: Dispõe sobre a instalação de composteiras e o ensino do reaproveitamento do azeite oriundo dos restos de fritura nas escolas municipais;
- Lei Orgânica Municipal, de outubro/2010;
- Lei Nº 1.332/08: Autoriza o Poder Executivo Municipal a firmar contrato de rateio com o Consórcio Público de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos - PRÓ-SINOS, com vistas ao repasse de contrapartida ao fundo nacional de meio ambiente;
- Lei Nº 1567/10: Institui o Programa de Coleta Contínua do Lixo Eletrônico do Município de Estância Velha;
- Lei Nº 1636/10: Licenciamento Ambiental;
- Lei Nº 1.636/10: Dispõe sobre o licenciamento ambiental no município de Estância Velha, taxa de licenciamento ambiental, revoga leis municipais;
- Lei N° 1567/10: Coleta contínua de lixo eletrônico;
- Lei Ordinária N° 1656/11: Dispõe sobre o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Vegetais;
- Lei Nº 1.711/11: Dispõe sobre caixas coletoras-medicamentos e outros produtos farmacêuticos vencidos.

Com uma população superior a 46 mil hab., Estância Velha tem uma massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à população total atendida de 0,50 kg/hab/dia.

A quantidade de RDO e RPU coletada anualmente é de 8.425 toneladas (SNIS, 2014), sendo que a quantidade de resíduos recolhida (exceto a matéria orgânica) é de 1.260 toneladas ao ano, sendo que deste a quantidade de material recuperado é de 453 toneladas.

A cobrança pelos serviços de limpeza urbana é feita através de taxa específica no mesmo boleto do IPTU. A receita arrecadada com serviços de limpeza urbana foram 666.248,67 R$/ano e as despesas, segundo o agente executor privado e público, foi de 2.201.651,15 R$/ano (SNIS, 2014).

Quanto à coleta regular dos resíduos domiciliares, 100% da população urbana é atendida pela coleta, mas 10% da população situada na área rural não tem acesso a este serviço, o mesmo ocorrendo com a coleta seletiva.

Estância Velha foi uma das cidades pioneiras no estado do Rio Grande do Sul na implantação da coleta seletiva sendo realizada desde a década de 90. Atualmente a coleta é efetuada por empresa contratada.

A Prefeitura, com o propósito de intensificar as ações de coleta seletiva e aprimorar este processo, investe fortemente em atividades que visam conscientizar o cidadão quanto à importância da segregação dos resíduos na fonte, tendo em vista que grande parcela do resíduo seco acaba por perder seu valor econômico agregado, pelo fato de estar misturado com os resíduos orgânicos.

Como evidência, deve ser citado o projeto “Coleta Seletiva - Separe o Lixo”, implantado há tempos no município.

O município terceiriza a coleta e o transporte para o destino final dos resíduos, sendo a Onze Construtora e Urbanizadora Ltda a empresa contratada.

Os resíduos da coleta seletiva recolhidos são encaminhados para o Terminal de Reciclagem e Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos – TRCRSU e são segregados por catadores autônomos.

A destinação final do RSU é o aterro sanitário de São Leopoldo. Após algumas experiências de cooperativa de recicladores e associações formais, estas não existem mais, assim hoje os trabalhadores exercem a atividade na forma de agentes ambientais avulsos (PMSB Estancia Velha, 2014). Em relação aos outros tipos específicos de resíduos:

- **RCC**: No município de Estância Velha existe um plano de gerenciamento para resíduos da construção civil, com calendário anual de recolhimento de entulhos divulgado para a população com instruções. A coleta é realizada com veículos destinados especificamente para estes resíduos e sua disposição é realizada na Central de Resíduos da Construção Civil em São Leopoldo, anteriormente era depositado no próprio município, para a chamada Célula 2 no Terminal de Resíduos.

  A quantidade coletada é de aproximadamente 140 m³ por dia, equivalente a cerca de 217 t/dia. Os materiais pertencentes à classe A são utilizados pela prefeitura como material de aterro, após a triagem e remoção dos resíduos de classe B, C e D. Os materiais recicláveis (Classe B) são doados para os recicladores que fazem parte da COOPEREV - Cooperativa de Recicladores de Estancia Velha no Terminal de Resíduos Sólidos da cidade.

- **RSI:** O município de Estância Velha possui 359 estabelecimentos industriais de diversos ramos, como: calçados, beneficiamento de couro, produtos químicos, estruturas metálicas, papéis, plásticos, móveis, tecidos, estruturas de madeira, utensílios, entre outros. Os resíduos industriais gerados são encaminhados preferencialmente para o Aterro Industrial em Estância Velha – de propriedade da União dos Trabalhadores em Resíduos Especiais e Saneamento Ambiental – UTRESA. A geração de resíduos industriais no município de Estância Velha é de 54.301 t/ano (PMGIRS Estancia Velha, 2012).

  Em Estância Velha, a empresa MAISON, localizada no Bairro Campo Grande, desenvolveu um processo de reciclagem que permite reaproveitar sobras e aparas de placas expandidas de EVA (etileno-acetato de vinila) geradas nas indústrias calçadistas. Esse material é composto pelos retalhos que sobram do processo de corte mecânico das chapas no formato da sola, entresola ou palmilha. O produto produzido pela empresa é o chamado BRITALEVE, um agregado sintético para a construção civil empregado na fabricação de blocos para a alvenaria, painéis moduláveis, enchimento de lajes, etc.

- **ECOPONTOS**: o município de Estância Velha já trabalha na implementação do sistema de logística reversa e responsabilidade compartilhada. Apresenta alguns pontos de coleta instalados em entidades privadas as quais são responsáveis pelo encaminhamento e destinação final dos materiais recolhidos.

A disposição de resíduos sólidos historicamente ocorreu sempre dentro dos limites do próprio município, o que gerou alguns passivos ambientais, atualmente sob controle.

A partir de 1974, as operações de disposição de resíduos sólidos começaram a ser feitas no bairro Campo Grande, em uma propriedade particular, procedimento considerado comum e adequado na época e até uma solução para áreas que então eram consideradas improdutivas.

Em 1989, essa área foi interditada pelo IBAMA e, na sequência, a Metroplan elaborou um plano de manejo para a área. Em 1991 iniciou-se a operação do Terminal de Reciclagem e Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos de Estância Velha, que operou também como aterro sanitário até 2003, conforme apresentado na Figura 112.

Existe ali também um aterro sanitário sem uso (preenchido 1/3 de sua capacidade com resíduos sólidos), com aproximadamente 5.000 m2, desativado em 2007, tendo 7 poços de monitoramento, coleta de chorume e de gases, recomposição paisagística e deslocamento de resíduos.

No aterro sanitário há sistemas de controle ambiental com impermeabilização de base, sistema de drenagem de gases, recirculação de chorume e monitoramento ambiental e geotécnico (PMSB Estancia Velha, 2014).



Figura 112 - Vista aérea da Central de Resíduos Domésticos
Fonte: (MP/RS Promotoria de Justiça de Estância velha, 2012)

As áreas de passivo já foram seladas e encontram-se contempladas com Licença Ambiental para remediação de área.

6.3.6 Esteio

No município de Esteio a Secretaria Municipal de Obras Viárias e Serviços Urbanos – SMOV juntamente com a Secretaria de Meio Ambiente são responsáveis pela gestão dos contratos estabelecidos junto às empresas que efetuam a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

As normativas legais que norteiam, de forma direta ou indireta, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no município de Esteio encontram-se:

- Lei Orgânica do Município, abril/1990;
- Código de Limpeza Urbana Nº 1.629;
- Código de Obras Nº 1.261;
- Código de Posturas Nº 785;
- Lei Nº 1.535/89: Dispõe sobre a destinação de resíduos sólidos domésticos e industriais;
- Lei Nº 3.636/2003: Dispõe sobre o Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza e dá outras providências.

- Lei Nº 4.247/06: Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano;
- Lei Nº 4.652/08: Estabelece o recolhimento de óleo de cozinha usado;
- Lei nº 1.815/91 e Lei Nº 2.805/98 sobre o Código Tributário Municipal.

A cobrança pelos serviços de limpeza urbana é feita através de taxa específica no mesmo boleto do IPTU. A receita arrecadada com serviços de limpeza urbana foram 3.000.000,00 R$/ano e as despesas, segundo o agente executor privado e público, foi de 2.262.754,00 R$/ano (SNIS, 2014).

Com uma população superior a 80 mil hab., Esteio tem uma geração per capita de 0,63 kg/hab/dia de resíduos domiciliares. A quantidade de RDO e RPU coletada anualmente é de 20.293 toneladas (SNIS, 2014).

A coleta de resíduos abrange 100% da população, sendo que o sistema de coleta é feito de forma tradicional e pelo uso de contêineres. O sistema de contêineres foi implantado em 2015, quando foram instalados 49 contêineres nas principais ruas da área central da cidade para que a população fizesse o descarte do lixo orgânico diretamente nos equipamentos.

O serviço de coleta e transporte dos resíduos sólidos até o destino final, que é o aterro sanitário de São Leopoldo, é realizado pela empresa terceirizada MB Engenharia e Meio Ambiente Ltda.

Cerca de 693 toneladas de resíduos recicláveis são coletados por ano em Esteio por catadores com apoio da Prefeitura. Esteio possui 2 associações/cooperativas de catadores: COOTRE e AMAR.

Em relação aos outros tipos específicos de resíduos:

- **RCC:** são gerados 14.000 toneladas/ano de RCC no município. Os resíduos de RCC que o município recolhe são encaminhados para a Usina de RCC localizada em São Leopoldo. Para os pequenos geradores, o município possui ecoponto de RCC para os moradores colocarem os resíduos.
- **RSI:** O município não dispõe deste tipo de informação registrada de forma sistemática, porém a obrigação é do próprio gerador. O município não forneceu a informação detalhada sobre os tipos de resíduos industriais, entretanto, é notório que um dos resíduos significativos é o de óleo lubrificante.

  A destinação mais comum é o Aterro da União dos Trabalhadores em Resíduos Sólidos (UTRESA), em Estância Velha/RS e a IPS - Indústria Petroquímica do Sul – realiza a coleta e refino de óleos lubrificantes.
- **ECOPONTOS:** Segundo dados diagnosticados, o Município de Esteio já trabalha na implementação do sistema de logística reversa e responsabilidade compartilhada. Apresenta alguns pontos de coleta instalados em entidades privadas as quais são responsáveis pelo encaminhamento e destinação final dos materiais recolhidos, fazendo jus aos preceitos da responsabilidade compartilhada.

Em relação aos passivos, o município de Esteio contém um lixão desativado. Segundo informações obtidas junto ao município, todo o volume de resíduos que estava depositado na área do antigo lixão foi removido e enviado para o Aterro Sanitário de Santa Tecla.

Após o deslocamento dos resíduos da área do antigo lixão, houve uma recomposição paisagística do local, com recobrimento da área com argila (PGIRS_ESTEIO, 2013).

Moradores da Vila da Pedreira, em Esteio, vem discutindo com a Prefeitura ações de limpeza no bairro. A região possui um lixão histórico às margens da BR-116 que, apesar de limpeza periódica, permanece sendo um local de descarte irregular.

Em fev/2015, foram retirados 40 m³ de resíduos da Vila da Pedreira, o equivalente à carga de quatro caminhões. Segundo o município, a região recebe o trabalho da Secretaria de Serviços Urbanos a cada 15 dias. (ClicRBS, 2014).

Esteio tem desde novembro de 2013 a PIPA - Patrulha Integrada de Proteção Ambiental de Esteio e tem a função de fiscalizar a aplicação das leis de Emplacamento de Veículos de Tração Animal, de Postura e do Código Municipal de Limpeza Urbana.

É formada por servidores da Guarda Municipal, da Brigada Militar, da Fiscalização de Trânsito e das secretarias municipais de Segurança e Mobilidade Urbana (SMSMU), Meio Ambiente (SMMA) e de Obras Viária e Serviços Urbanos (SMOVSU).

Em dois anos de atuação, a patrulha registrou 3,5 mil ocorrências. Os principais motivos foram o descarte irregular de entulhos, a armazenagem incorreta de materiais de construção e a circulação de carroças irregulares (Pref Esteio, 2016).

Esteio também tem um Grupamento Operacional Tático e Ambiental - GOTAM, desenvolvido pela Secretaria de Administração e Segurança Pública (SEMASP) por meio do Departamento de Trânsito e Segurança.

As principais autuações efetuadas pelo GOTAM serão direcionadas ao descarte irregular de lixo (como móveis, restos de materiais e outros utensílios), poda irregular de árvores nativas, abandono de animais e também maus-tratos.

6.3.7 Igrejinha

No município de Igrejinha, a Secretaria de Obras e Trânsito e Secretaria de Meio Ambiente são as entidades responsáveis pela gestão, fiscalização e administração dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Igrejinha já apresenta ações pontuais e políticas que apontam para a gestão ambientalmente adequada dos serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.

As normativas legais que norteiam, de forma direta ou indireta, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no município de Igrejinha encontram-se:

- Lei Nº 1.213/89: Estabelece o Código Tributário do Município, consolida a legislação tributária e dá outras providências.
- Lei Nº 1.386/90: Lei do Meio Ambiente;

- Lei Nº 3.824/06: Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, Rural e Ambiental.

A cobrança pelos serviços de limpeza urbana é feita através de taxa de limpeza urbana específica no IPTU. É cobrada uma taxa com base nas alíquotas fixas ou variáveis, como consta na Lei nº 1.213/1989, art. 66 e art. 67.

Segundo dados do SNIS de 2014 a receita arrecadada para serviços de limpeza foi de R$ 549.681,28 no ano e a despesa total foi de R$ 2.792.906,67 no ano.

Com uma população superior a 34 mil hab., Igrejinha tem uma geração per capita de 0,75 kg/hab/dia de resíduos domiciliares. O total de RSU coletados é de 6.015 t/ano, sendo que deste total, 1.750 t/ano são provenientes da coleta seletiva (SNIS, 2014).

A coleta seletiva e orgânica, atualmente, é realizada de porta a porta, pela empresa Onze Construtora e Urbanizadora Ltda. e abrange 100% da zona urbana e rural.

Os resíduos sólidos são encaminhados para a Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos Domésticos, compreendendo Aterro Sanitário, Usina de Triagem e Pátio de Compostagem no próprio Município, distante aproximadamente 6 km da região central.

A última licença de operação para esse aterro foi concedida em 2012, mas já em 2014 encontrava-se desativado.

Desde a desativação desse aterro, os resíduos sólidos têm sido conduzidos para o aterro sanitário da CRVR em São Leopoldo.

Não existe cooperativa de catadores. A triagem dos resíduos sólidos da coleta é realizada por funcionários contratados pela empresa terceirizada que realiza a operação da Usina. A coleta seletiva de resíduos é realizada desde 2002 no município.

Em relação aos outros tipos específicos de resíduos:

- **RCC:** Igrejinha efetua a reservação dos resíduos inertes recolhidos, em área devidamente licenciada, para posterior reutilização. Não foram diagnosticadas situações críticas a respeito do descarte inadequado de resíduos da construção. São coletadas 16.000 toneladas ao ano. (SNIS, 2014)

- **RSI:** Os resíduos gerados são encaminhados para a Central de Tratamento de Resíduos Industriais, composta por Usina de Triagem, ARIP e Aterro de Resíduos Sólidos Industriais Classe II, de propriedade do Sindicato da Indústria de Calçados, Vestuário e Componentes para Calçados de Igrejinha, LO 3820/2010-DL, cuja operação é realizada pela entidade.

  A Central ocupa duas áreas, nas quais existe um rigoroso monitoramento ambiental. Poços controlam as águas superficiais e subterrâneas evitando uma possível contaminação do lençol freático.

  A Central recebe mensalmente em torno de 1.200 m³ de resíduos oriundos de 65 empresas associadas. Algumas empresas encaminham os resíduos para comercialização direta e para aterros industriais particulares, tal como o de propriedade da UTRESA e da Pró-Ambiente em Gravataí.

- **ECOPONTOS**: Igrejinha possui um Ecoponto para recebimento dos pneus de carros, motos e bicicletas na Rua Tristão Monteiro, 162, Bairro 15 de Novembro, onde é armazenada temporariamente uma quantidade de aproximadamente 2 mil unidades de pneus para encaminhamento a Reciclanip, a qual executa o recolhimento e a reciclagem dos mesmos.

  Existe ainda o projeto de recolhimento de óleos e gordura hidrogenada, evitando o descarte nos recursos hídricos. São mais de 100 pontos de coleta distribuídos em diversos bairros da cidade os quais recebem o óleo sem custo.

  Em função de suas peculiaridades, de ser um município pequeno e pela sua importante tradição de extremamente bem organizado, o município consegue patrocinar este tipo de campanha com recursos próprios, o que seria de extrema dificuldade em municípios maiores ou com diferentes características.

6.3.8 Nova Hartz

No município de Nova Hartz a Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos juntamente com a Secretaria de Meio Ambiente são responsáveis pela gestão dos contratos estabelecidos junto às empresas que efetuam a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

As normativas legais que norteiam, de forma direta ou indireta, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no município de Nova Hartz encontram-se:

- Lei Nº 10/89: Fixa os valores de Impostos e Taxas Municipais referentes as tabelas constantes do Código Tributário;
- Lei Orgânica de 1990;
- Lei Nº 325/93: Estabelece o Código de Posturas;
- Lei Nº 470/96: Institui o Plano Diretor;
- Lei Nº 481/97: Cria e disciplina o Conselho de Defesa do Meio Ambiente (COMDEMA);
- Lei Nº 745/00: Fixa taxa para limpeza nas vias públicas;
- Lei Nº 51/03: Dispõe sobre os serviços limpeza pública, e dá outras providências;
- Lei Nº 1.624/11: Política Ambiental.

A cobrança pelos serviços é feita através de taxa do IPTU, 5% para coleta de resíduos e 5% para a limpeza pública. A receita arrecada foi de R$ 220.000,00 ao ano e a despesa com os serviços de limpeza urbana R$ 582.007,96 ao ano (SNIS, 2014).

A população, conforme o censo IBGE de 2010, é de 18.346 hab.

A coleta de RSU é realizada pela Prefeitura em 100% dos domicílios na área urbana e rural, segundo dados do SNIS 2014 foi coletado 3.680 t/ano de resíduos RSU e 3.600 t/ano de resíduos da coleta seletiva. A massa RDO coletada per capita em relação à população total atendida pela coleta é de 0,51 kg / (hab.x dia).

O município de Nova Hartz realiza a gestão de resíduos sólidos urbanos com a implantação de um sistema de coleta seletiva desde o ano de 2006.

Os resíduos coletados são enviados para a Central de Triagem localizada na rua Linea Maria Gewehr, zona rural do município.

Esta Central é operada por 22 recicladores de uma associação intitulada Associação de Recicladores Nascente do Vale, e fiscalizada pela Prefeitura Municipal.

A disposição final dos resíduos sólidos é no aterro sanitário de São Leopoldo. Em relação aos outros tipos específicos de resíduos:

- **RCC**: É gerado aproximadamente 24 t/mês.

  O resíduo gerado é utilizado como base nas pavimentações.

  No município não existe uma coleta específica para resíduos da construção civil e não há um sistema totalmente eficaz de controle sobre os tipos e as quantidades de resíduos especiais gerados (resíduos da construção civil, móveis).

  Com recursos do Plano de Aceleração do Crescimento - PAC em 2016 foi concluído um aterro municipal para resíduos de construção e de demolição em Nova Hartz.

- **RSI:** No setor industrial, os segmentos mais importantes são de calçados.

  No município de Nova Hartz existem 124 estabelecimentos industriais, sendo a maioria dos resíduos industriais provenientes do setor calçadista. Cada indústria é responsável pela destinação do seu resíduo.

  A maioria dos resíduos gerados, principalmente resíduos de couro, são encaminhados para o aterro industrial da UTRESA em Estância Velha/RS. Não há controle sobre a geração e destinação dos resíduos industriais.

- **ECOPONTOS -** Nova Hartz já trabalha na implementação do sistema de logística reversa e responsabilidade compartilhada.

  O Município de Nova Hartz possui pontos de coleta de óleo vegetal, lâmpadas e lixo eletrônico nas oito associações de moradores, Sindicatos dos Sapateiros, dos Servidores Públicos e dos Produtores Rurais.

O município de Nova Hartz apresenta um Aterro Sanitário anexo à Central de Triagem, no Bairro Campo Pinheiro, que operou até 2013, quando foi interditado. A licença de operação não foi renovada, conforme indeferimento explicitado no documento 116/2014-DL da FEPAM.

A alternativa encontrada pelo município foi a de destinar os resíduos sólidos para o aterro de São Leopoldo. Antes da operação desse aterro, até o ano de 1999, os resíduos sólidos domiciliares do município eram enviados ao lixão localizado no Bairro Progresso, na Rua Arthur Brum (área rural). Nesta área houve o selamento com argila e recobrimento com vegetação.

6.3.9 Nova Santa Rita

No município de Nova Santa Rita, a Secretaria Municipal de Obras, Transportes e Serviços Públicos é a entidade responsável pela gestão, fiscalização e administração dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

As normativas legais que norteiam, de forma direta ou indireta, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no município de Nova Santa Rita encontram-se:

- Lei Nº 109/95: Institui o Código de Postura;
- Lei Nº 770/05: Código Tributário
- Lei Nº 814/06: Institui o Plano Diretor;
- Lei Nº 836/07: Institui o Código Municipal de Meio Ambiente;
- Lei Nº 1.017/11: Instituiu o Programa de Coleta Contínua de Lixo Eletrônico e Lâmpadas Fluorescentes;
- Lei Nº 1.106/12: Aprova o Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos do Município de Nova Santa Rita, nos termos da Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010.
- Lei Orgânica Municipal.

Atualmente o município de Nova Santa Rita busca a recuperação dos custos com os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos através de cobrança aos usuários, imposta no IPTU - Imposto Predial e Territorial Urbano.

No entanto, de acordo com os dados levantados, o total arrecadado não cobre o total despendido. A receita arrecadada, segundo dados do SINIS 2014 foi de R$ 207.694,56 no ano e as despesas com os serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos foi de R$ 922.566,98 no ano.

A população (de 22.716 hab., de acordo com o censo do IBGE de 2010) gera uma média de 20 toneladas de resíduos domésticos diariamente.

A produção per capita é de 0,92 kg/dia e cerca de 85,73% dos habitanjtes constituintes da população total registrada do município, é coberta pela coleta de resíduos sólidos urbanos domésticos, no entanto 100% da população urbana é atendida pelo sistema de coleta de RDO (SNIS, 2014).

Em Nova Santa Rita, atualmente a triagem diferenciada é efetuada pela ATPSCR - Associação dos Trabalhadores, Prestadores de Serviço, Catadores e Reciclagem que possui uma Usina de Separação e Triagem de Resíduos.

A usina permite que os 53 associados tenham a possibilidade de reciclar 16 toneladas de materiais semanalmente, sendo 5,6 t só de plásticos.

A coleta dos resíduos sólidos, o transporte e destino final são terceirizados para a empresa Mujica Transportes Ltda. e realizada porta a porta. Existe a presença de catadores que utilizam veículos com tração animal para a coleta.

O município não tem coleta seletiva. O município destina seus Resíduos Sólidos Urbanos para o aterro da CRVR em São Leopoldo.

Em relação aos outros tipos específicos de resíduos:

- **RCC:** Não existem dados sobre a natureza ou quantidade de geração de resíduos da construção civil no município.
- **RSI:** O município de Nova Santa Rita possui 118 estabelecimentos industriais. A responsabilidade dos resíduos gerados é do próprio gerador. Atualmente o município não exerce controle sobre os tipos de RSI gerados e não possui estes dados. Os resíduos gerados são encaminhados para o Aterro Industrial Classe I e II da Multti Serviços, localizada na BR-386, km 429, no próprio município.
- **ECOPONTOS:** Nova Santa Rita já trabalha na implementação do sistema de logística reversa e responsabilidade compartilhada. Apresenta alguns pontos de coleta instalados em entidades privadas as quais são responsáveis pelo encaminhamento e destinação final dos materiais recolhidos

O município de Nova Santa Rita tem um lixão na localidade do Bairro Cajú, o qual existe desde 1994 e foi desativado em 2004.

As atividades de recuperação feitas neste local são: impermeabilização do solo, coleta em caixas de concreto para tratamento do chorume, coleta de gases, recomposição paisagística e deslocamento de resíduos.

6.3.10 Novo Hamburgo

No município de Novo Hamburgo, a Secretaria de Meio Ambiente é a entidade responsáveis pela gestão, fiscalização e administração dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

As normativas legais que norteiam, de forma direta ou indireta, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no município de Novo Hamburgo encontram-se:

- Lei Orgânica do Município, de 1990;
- Lei Nº 1.216/04: Dispõe sobre o Plano Diretor;
- Lei Nº 1.098/04: Dispõe sobre o Programa Municipal de Coleta Seletiva de RSU;
- Lei nº 1.031/03 e Decreto Nº 1.751/04: Dispõe sobre o Código Tributário.
- Lei Nº 1.499/06: Dispõe sobre a concessão de limpeza pública, coleta, reaproveitamento e destinação de resíduos sólidos comuns e do serviço de saúde;

Atualmente o município de Novo Hamburgo busca a recuperação dos custos com os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos através de taxa incluída no IPTU. De acordo com o Código Tributário, a cobrança é proporcional ao metro linear da testada do imóvel.

A receita arrecadada, segundo o SNIS2014 foi de R$ 10.904.899,99, no ano. Entretanto, não há dados sobre a despesa nesta área.

O município de Novo Hamburgo tem uma população de mais de 248 mil hab. dividida em 27 bairros ou localidades. Cada habitante de Novo Hamburgo gera cerca de 0,75 kg/dia de resíduo (RDO). A massa (RDO+RPU) coletada per capita em relação à população total atendida 1,55 kg/(hab.x dia), sendo quantidade total de RSU coletada é de 140.184 t/ano, conforme dados do SNIS 2014.

A coleta regular dos resíduos domiciliares contempla 100% da população nas zonas urbana e rural, sendo que na área rural, em alguns locais, o morador leva o resíduo até os pontos (acessos) de recolhimento.

A empresa terceirizada ART Construtora e Serviços Ltda EPP é responsável pela coleta, destino e reciclagem de lixo, varrição, capina, roçada e pintura do meio-fio.

O município remete aproximadamente 4.000 t/mês de resíduos sólidos para a central de resíduos da CRVR, no município de Minas do Leão, distante 127 km do município de Novo Hamburgo, visto que aquele aterro possui capacidade de processamento diário bem maior do que o aterro no município vizinho de São Leopoldo.

Atualmente a COOLABORE – Cooperativa de Construção Civil e Limpeza Urbana efetua a coleta de resíduos recicláveis junto aos grandes geradores.

Em junho de 2013, a COOLABORE recebeu R$ 200 mil da Funasa, através da Superintendência Estadual da Fundação no Rio Grande do Sul (Sest/RS), para a aquisição de equipamentos para a ampliação da coleta seletiva.

A COOLABORE é referência na coleta seletiva do estado. Entretanto, Novo Hamburgo conta com aproximadamente 150 catadores de rua que necessitam, com o apoio da prefeitura e entidades privadas, serem devidamente organizados em associações/cooperativas para atuar na coleta seletiva de forma digna e humana.

Houve uma redução do volume de resíduo destinado a aterro sanitário, devido à ampliação da quantidade de material triado: de 37 t/mês para 150 t/mês na Central de Reciclagem Roselândia Coleta e comercialização de 30 t/mês na Unidade Centro.

Novo Hamburgo também recebeu investimentos do governo federal, através do Plano de Aceleração do Crescimento - PAC, para construção de um galpão de triagem para catadores, concluído em 2016.

A Unidade de Triagem e de Transbordo com área de 1.500 m2, está localizada no bairro de Roselândia, o local está equipado com 3 esteiras e 3 prensas. No momento, existem 60 cooperativados que realizam o serviço de triagem através de convênio com a Prefeitura Municipal.

Os rejeitos e a fração orgânica são descarregados em caminhões na estação de transbordo e enviados para Minas do Leão. O município possui instalada em seu território uma Unidade de Compostagem Aerada, inativa.

Em relação aos outros tipos específicos de resíduos:

- **RCC:** A quantidade de RCC coletada, segundo o SNIS de 2014 é de 37.692 toneladas/ano. Eles são coletados semanalmente e transportados, sendo de responsabilidade dos próprios geradores. Esse gerenciamento é executado pela Secretaria de Meio Ambiente que fiscaliza a disposição dos mesmos em área licenciada.

  Pequenos volumes de móveis ou materiais oriundos de demolições e da construção civil podem ser entregues nos ecopontos.

  Os RCC's são encaminhados para a Usina Regional de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil, construída no município de São Leopoldo.

- **RSI:** Não existe dados sobre os tipos de RSI gerados e coletados no município. No município de Novo Hamburgo existem cadastrados cerca de 400 estabelecimentos industriais de diversos ramos.

  Existem resíduos de 4 setores principais: coureiro-calçadista, gráficas, metalúrgicas e componentes para calçados em geral.

  Existe uma central de resíduos sólidos industriais no bairro Roselândia gerenciada pela Fundação Desenvolvimento Ambiental, órgão ligado à Associação Comercial de Novo Hamburgo, Campo Bom e Estância Velha.

  A tipologia dos resíduos varia de acordo com o processo produtivo sendo que predomina os resíduos industriais da área do calçado, no município.

  A destinação destes resíduos é para o Aterro Industrial da FUNRESOLI em São Leopoldo, para o Aterro Industrial da UTRESA, em Estância Velha e para a Central de Resíduos Industriais da FUNDAMENTAL, localizada no próprio município de Novo Hamburgo.

  A FUNDAMENTAL surgiu em 1998 como uma fundação vinculada a ACI (Associação Comercial, Industrial e de Serviços) a fim de receber e destinar de forma adequada os resíduos industriais da região.

  No momento ela possui 140 clientes que destinam seus resíduos para a central de resíduos sólidos industriais da Roselândia, que recebe em média 2.000 m³ por mês de resíduos Classe I e 400 m³ por mês de resíduos Classe II-A, sendo que a maioria das indústrias que enviam seus resíduos são do próprio município de Novo Hamburgo.

- **ECOPONTOS**: Novo Hamburgo possui dois ecopontos. Um está localizado no bairro Santo Afonso, na Avenida Montevidéu, 520, e outro em Canudos, na Rua Dublin, 809.

Esses locais recebem somente resíduos de pequenas construções, móveis sem condições de uso, cortes de gramas, e galhos oriundos de podas autorizadas (Jornal Hamburguense, 2016). Não podem ser descartados no local resíduos industriais.

O município de Novo Hamburgo apresenta um aterro sanitário desativado que não recebe mais os resíduos sólidos desde 2005, no Bairro Roselândia, sito à Rua Benjamim Altmayer, onde atualmente se encontra também a área de transbordo.

Em relação ao passivo que lá existia, este foi remediado e no momento está sendo monitorado em toda a área com poços de monitoramento.

6.3.11 Parobé

No município de Parobé compete à Secretaria de Meio Ambiente fiscalizar todas as atividades ligadas à manutenção da limpeza do município, no que se refere aos resíduos da construção civil, saúde, podas, industriais e domésticos.

As principais leis municipais, que servem como instrumentos de planejamento e fiscalização, adotadas pela municipalidade são:

- Lei Nº 5.83/91, que estabelece o Código de Posturas;
- Lei Nº 1.713/00, que estabelece a Política Municipal de Meio Ambiente;
- Lei Nº 1.840/01, Plano Diretor;
- Lei Nº 2.083/2003, que Cria o Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos provenientes de Serviços da Saúde do Município de Parobé;
- Lei Nº 2715/09, que trata da limpeza urbana.

Parobé busca a recuperação dos custos com os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos através de cobrança aos usuários, imposta no IPTU - Imposto Predial e Territorial Urbano.

A receita arrecada, segundo o SNIS2014 foi de R$ 570.399,56, no ano, o volume de despesas em relação aos serviços de limpeza urbana e gestão de resíduos foi de R$ 3.554.880,48 no ano.

O Município de Parobé possui uma população de mais de 55 mil hab.

A coleta é realizada em 100% da área urbana e rural. A massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à população total atendida 0,39 kg/(habxdia).

A quantidade total de RSU coletada no município segundo dados do SNIS 2014 foi de 7.800 t/ano.

O serviço de limpeza urbana e coleta de resíduos é realizado pela Onze Construtora e Urbanizadora LTDA.

Não existe coleta seletiva no município. Não há galpões de triagem, pois não existe seleção do material da coleta seletiva desenvolvida por uma associação ou cooperativa de catadores.

O que ocorre dentro do município é a existência de catadores autônomos que coletam e comercializam o material por eles recolhido. O município, segundo o SNIS 2014, possui um depósito temporário de resíduos e a destinação final dos resíduos é São Leopoldo - RS.

Em relação aos outros tipos específicos de resíduos:

- **RCC:** O município não possui controle, nem cadastro do volume de resíduos que são gerados. Existe uma empresa privada de "Tele-entulho" no município e duas empresas de outro município que também prestam serviços de coleta, transporte e destinação dos resíduos da construção e demolição.

  Quando a administração pública coleta resíduos da construção civil, os materiais são reutilizados em aterramentos. Estimativa de 12 toneladas por dia de resíduos coletados. Material inerte vai para área licenciada, mas sem segregação.

- **RSI:** Os resíduos industriais gerados no município pelas indústrias locais são encaminhados para aterros licenciados no próprio município ou em municípios vizinhos. Uma única empresa no município possui aterro particular licenciado pela FEPAM, a empresa Vulcabrás - Azaleia.

O município de Parobé possui um lixão localizado no Morro do Leão - RS-239, já encerrado desde 2007, com projeto encaminhado na FEPAM para o seu encerramento de forma correta, porém, sem licença de operação emitida até o primeiro semestre de 2016.

6.3.12 Portão

No município de Portão, a Secretaria de Meio Ambiente e a Secretaria de Obras e Viação são as entidades responsáveis pela gestão, fiscalização e administração dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

As normativas legais que norteiam, de forma direta ou indireta, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no município de Portão encontram-se:

- Lei Orgânica de 09 de outubro de 1963;
- Plano Ambiental de Portão em 2003;
- Lei Nº 1.416/2003: Política do Meio Ambiente;
- Lei Nº 1.435/2003 e Lei Nº 1.861/2007: Código Tributário;
- Lei Nº 1.515/2004: Plano Diretor.

A cobrança pelos serviços de limpeza pública é feita através do IPTU, conforme Política do Meio Ambiente e Código Tributário. A receita arrecadada foi de R$ 524.794,38 e a despesa total foi R$ 1.588.966,68, segundo dados SNIS 2014.

O município de Portão, com mais de 33 mil hab., tem sua coleta de RSU abrangendo 100% da população urbana e rural.

A massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à população total atendida foi de 0,91 kg/(habxdia), segundo dados do SNIS 2014.

A coleta dos resíduos domiciliares é realizada por empresa terceirizada. O total de resíduos sólidos urbanos coletados no município é de 10.972 t/ano.

Resíduos não beneficiados e rejeitos são destinados para o Aterro Sanitário da CRVR em São Leopoldo. A quantidade de resíduos recicláveis coletado, conforme SNIS 2014 foi de 5.433 t/ano.

No município existe uma Central de Triagem de Resíduos Sólidos Domiciliares, operada pela Associação de Catadores Gênios da Limpeza, que apresenta atualmente 18 associados.

A administração municipal é responsável pela infraestrutura deste centro. O prédio da usina foi ampliado em 2010 e atualmente serve como unidade de transbordo.

Em relação aos tipos específicos de resíduos:

- **RCC:** O município não possui estimativa ou média da geração atual desta tipologia de resíduos.

  Atualmente existe um programa de coleta de entulho na cidade, onde um caminhão executa o recolhimento em determinados pontos da cidade conforme cronograma elaborado pela Prefeitura. A coleta seletiva é realizada de forma parcial no município, atendendo apenas algumas regiões.

- **RSI**: No município de Portão existem cerca de 208 estabelecimentos industriais licenciados.

  O transporte e destinação final dos resíduos gerados são de responsabilidade dos geradores, que os reutilizam no processo produtivo ou mantém contrato para depósito com a UTRESA, no município de Estância Velha, que é um terminal com reciclagem e Aterro de Resíduos Industriais Perigosos licenciados pela FEPAM.

- **ECOPONTOS:** o município de Portão já trabalha na implementação do sistema de logística reversa e responsabilidade compartilhada. Apresenta alguns pontos de coleta instalados em entidades privadas as quais são responsáveis pelo encaminhamento e destinação final dos materiais recolhidos.

6.3.13 Riozinho

No município de Riozinho, a Prefeitura Municipal é a entidade responsável pela gestão, fiscalização e administração dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

As normativas legais que norteiam, de forma direta ou indireta, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no município de Riozinho encontram-se:

- Lei Nº 793/03, que institui o Código Tributário Municipal;
- Lei Orgânica do Município.

O município de Riozinho tem uma população de mais de 4 mil hab. A cobrança pelos serviços de limpeza pública é feita através do IPTU.

Conforme dados do SNIS 2014 a receita arrecadada pelos serviços de limpeza foi de R$ 92.187,30 no ano e as despesas neste item foi de R$ 378.360,72 no ano.

A coleta regular dos resíduos domiciliares contempla 100% da população na zona urbana e na zona rural. A massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à população total atendida é de 0,39 kg/(habxdia), segundo o SNIS 2014, sendo o total de RSU coletado de 650 toneladas/ano.

O município de Riozinho encaminha seus resíduos urbanos para o aterro sanitário de São Leopoldo, percorrendo cerca de 90 km. Não há coleta seletiva de resíduos.

O município não possui instalado em seu território Unidade de Triagem devidamente registrada e licenciada ou outra tecnologia que assegure o tratamento dos resíduos secos.

A única forma de reaproveitamento dos materiais ocorre devido ao trabalho de um catador informal, que trabalha com veículo de tração animal.

Não existem dados a respeito da valorização e beneficiamento dos resíduos orgânicos.

O município não possui instalado Unidade de Compostagem devidamente registrada e licenciada ou outra tecnologia que assegure o tratamento dos resíduos orgânicos.

Acredita-se, contudo, que haja a prática da compostagem informal nas residências rurais.

Em relação ao passivo ambiental, Riozinho possui uma área degradada por RSU, sem uso, no bairro de Palmito, em terreno com área de 38.000 m2.

O município possui Licença de Operação é LO n° 238/2012 – DL para recuperação dessa área, com validade no período de 12/02/2012 à 11/01/2016.

Em relação aos outros tipos específicos de resíduos:

- **RCC:** Não há um número exato, mas conforme informação da secretaria responsável, a geração de Resíduos da Construção Civil é baixa e, quando existe, o material é reaproveitado como material de aterramento em obras.
- **RSI**: O município não possui um sistema eficaz de controle sobre os tipos e as quantidades de resíduos industriais gerados.

  A gestão dos RSI é realizada pelos próprios empreendedores, buscando atender às exigências do licenciamento ambiental.
- **ECOPONTOS:** o município de Riozinho já trabalha na implementação do sistema de logística reversa e responsabilidade compartilhada.

  Apresenta alguns pontos de coleta instalados em entidades privadas as quais são responsáveis pelo encaminhamento e destinação final dos materiais recolhidos. No entanto, a Prefeitura atualmente ainda é a encarregada pela logística reversa de algumas tipologias de resíduos.

6.3.14 Rolante

No município de Rolante, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Saneamento é a entidade responsável pela gestão, fiscalização e administração dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

As normativas legais que norteiam, de forma direta ou indireta, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no município de Rolante encontram-se:

- Lei Nº 336/80: Código de Posturas;
- Lei Nº 926/91: Código Tributário;
- Lei Nº 1.050/93: Manejo de Resíduos Sólidos no Município de Rolante;
- Lei Nº 1.051/93: Código de Limpeza Urbana;
- Lei Nº 1.418/98: Dispõe sobre atos de limpeza e das outras providências;
- Lei Nº 2.142/2006: Plano Diretor do Município.

A cobrança pelos serviços de limpeza pública é feita através do IPTU, como consta no Código Tributário do Município. Conforme dados do SNIS de 2014 a receita arrecadada para os serviços de limpeza e destinação de resíduos foi de R$ 467.429,00 no ano e a despesa total foi de R$ 1.010.790,56 ao ano.

O Município de Rolante tem uma população de mais de 20 mil hab.

A massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à população total atendida foi de 0,53 kg/(habxdia), sendo que o total de RSU coletado ao ano foi de 3.960 toneladas.

A abrangência da coleta de RSU no município é de 100% tanto para a população urbana, quanto para a população rural, sendo a coleta realizada por empresa terceirizada. Não possui coleta seletiva.

O município de Rolante encaminhava seus RSU para aterro próprio, sem condições adequadas de operação, com licenciamento vencido em 2015.

A destinação final atual dos rejeitos é o aterro em Minas do Leão, diferente dos seus vizinhos, que utilizam o aterro de São Leopoldo.

Não há galpões de triagem, somente um local de propriedade da prefeitura que é utilizado pela empresa para a triagem do material. A infraestrutura foi cedida pela Prefeitura Municipal numa área total licenciada de 41.400 m2 (incluindo a área do lixão encerrado, juntamente com a vala do aterro controlado).

Uma média de aproximadamente 6% do resíduo é segregado na usina de Triagem, que é administrada pela empresa terceirizada pela coleta. Existe um número bastante pequeno de catadores autônomos.

Em relação aos outros tipos específicos de resíduos:

- **RCC**: O município não possui dados de quanto é gerado dentro do município tanto pelo poder público como iniciativa privada e comunidade em geral.

- **RSI**: No município há em torno de 288 indústrias. As indústrias são bastante diversificadas, mas predomina ainda o ramo coureiro-calçadista. Não existe aterro industrial no município de Rolante.

  Cada indústria é responsável pelo destino adequado, o município apenas fiscaliza. Não possui dados do tipo de resíduo gerado e nem da sua quantidade.

Rolante está em conformidade com as normas, uma vez que não possui área de passivo ambiental.

6.3.15 São Leopoldo

No município de São Leopoldo, a Secretaria Municipal de Serviços Público (SESP) é a entidade responsável pela gestão, fiscalização e administração dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

As normativas legais que norteiam, de forma direta ou indireta, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no município de São Leopoldo encontram-se:

- Lei Nº 3.505/89: Código Municipal de Limpeza Urbana;
- Lei Nº 4.900/01: Fundo Municipal de Meio Ambiente – FUNDEMA;
- Lei Nº 5.047/01: Código Tributário;
- Lei Nº 6.085/06, que dispõe sobre o Programa de Gerenciamento Interno de Resíduos Sólidos (PRO-GIRS);
- Lei Nº 6.125/06: Plano Diretor;
- Lei Nº 6.463/07 e Lei Nº 7.571/11: Código do Meio Ambiente e Zoneamento Ambiental;
- Lei Nº 6.493/07: estrutura o plano municipal de gestão integrada das sub-bacias do Rio dos Sinos;
- Lei Nº 6.494/07: Política de Saneamento e Gestão Ambiental;
- Decreto Municipal Nº 6.277/09: Resíduos da Construção Civil;
- Lei Nº 8.350/15: autoriza o município a celebrar a concessão de uso de bem público à Cooperativa de Resíduos - COOPERESÍDUOS.

A cobrança pelos serviços de limpeza pública é feita através do IPTU. Conforme dados do SNIS de 2014 a receita arrecadada para os serviços de limpeza urbana foi de R$ 9.344.583,55 no ano e a despesa total foi de R$ 18.491.681,46 ao ano.

O Município de São Leopoldo tem uma população de mais de 227 mil hab., sendo que a massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à população total atendida foi de 0,61 kg/(habxdia). O total de RSU coletado ao ano foi de 50.561 toneladas executado por empresas terceirizadas.

Quanto aos serviços de coleta de resíduos domésticos, desde abril de 2015, após rompimento do contrato com a SL Ambiental, a Prefeitura mantém contratos emergenciais com diferentes empresas até que o devido processo licitatório seja realizado.

A geração diária no município é de cerca de 160 t/dia de RSU. O material passa por uma triagem realizada pela Prefeitura onde 8% são levados para reciclagem.

O sistema de coleta abrange 100% dos domicílios das áreas urbana e rural.

A Cooperativa de Trabalho Santo Antônio e a Cooperativa de Trabalho e Renda Univale foram contratadas para a execução dos serviços de capina, roçada e poda de árvores.

Desde julho de 2014 a coleta seletiva no município é compartilhada, o que significa que município e cooperativas atuam de forma suplementar na execução do serviço.

Há atualmente a participação de 7 cooperativas contratadas: Univale, Uniciclar, Cooperfeitoria, Nova Conquista, Aturói Vitoria, Loteamento Santo Antônio e Mãos Dadas.

Cerca de 129 trabalhadores estão vinculados as cooperativas. A SESP estima que 100 mil hab., são beneficiados (JornalVS, 2015).

A produção de material reciclável passou de 166 toneladas em janeiro de 2013, quando era realizada por uma empresa, para 238 toneladas em junho de 2015, com o trabalho das cooperativas, o que contabiliza 2.856 toneladas coletadas ao ano.

O município conta com seis centrais de triagem, sendo uma delas a Central Municipal de Triagem (PMGIRS, 2012).

Todas as centrais encontram-se devidamente licenciadas e são operadas por cooperativas ou associações de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, conforme a seguir (PMSB Sao Leopoldo, 2014):

- Galpão de Triagem da Associação de Catadores e Recicladores do município de São Leopoldo – UNICICLAR. Localização: Bairro Vicentina;
- Galpão de Triagem da Associação dos Trabalhadores Urbanos de Materiais Recicláveis Orgânicos e Inorgânicos / Horta Vitória – ATUROI/VITÓRIA. Localização: Bairro Vicentina;
- Galpão de Triagem da Associação Reciclagem Nova Conquista. Localização: ao lado do Aterro controlado, no interior da central de resíduos municipal;
- Galpão de Triagem da Associação UNIVALE. Localização: Bairro Feitoria;
- Galpão de Triagem da Associação dos Carroceiros de São Leopoldo. Localização: Bairro Campina;
- Galpão de Triagem da Central de Resíduos Municipal. Entidade responsável pela operação do Galpão: Cooperativa de Recicladores COOPERESÍDUOS.

Os resíduos em São Leopoldo são encaminhados à Central Municipal de Resíduos, que engloba o aterro sanitário Santa Marta, e está localizada na Estrada do Socorro, nº 1.550 – Bairro Arroio da Manteiga, em São Leopoldo, a 4,7 km do centro.

A área total da unidade é de 135 ha, sendo que 60 ha são ocupados pelo aterro sanitário, que tem uma capacidade para receber um total de 2.000.000 m³ de resíduos e atende diversos municípios da região.

Em relação aos outros tipos específicos de resíduos:

- **RCC:** O Consórcio Público de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (Pró-Sinos) em parceria com a Fundação Banco do Brasil, o BNDES e a prefeitura de São Leopoldo, construíram a primeira usina de reciclagem de resíduos da construção civil de São Leopoldo, localizada ao lado do aterro municipal de São Leopoldo, na Estrada do Socorro.

  O PRGIRS prevê o encaminhamento de 65% dos resíduos gerados para esta Usina.

  A Usina foi projetada para atender a demanda de oito municípios do Consórcio (Campo Bom, Canoas, Estância Velha, Esteio, Novo Hamburgo, Portão, Sapucaia do Sul e São Leopoldo), os quais apresentam maior geração na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos: 696 t/dia.

  Os rejeitos de obras, entulhos, restos de jardinagem e galhos de árvores, devem ser levados pelo cidadão até um dos quatro entrepostos de recebimento de pequenos volumes (até 1 m³ por mês), da Prefeitura Municipal, localizados nos bairros Campina, Feitoria, São José e Scharlau.

- **RSI:** A predominância dos resíduos da indústria é característica dos ramos metal-mecânico, automação industrial, gráfico, químico, de madeiras e móveis, materiais elétricos e comunicação.

  A Secretaria de Meio Ambiente do município realiza o controle dos geradores de resíduos industriais através de planilhas de controle trimestrais que são protocoladas na Diretoria de Licenciamento Ambiental para acompanhamento e fiscalização das condicionantes constantes nas Licenças de Operação emitidas pelo órgão ambiental.

  O município dispõe de um Aterro Industrial, licenciado sob o nome de Fundação de Resíduos Sólidos Industriais - FUNRESOLI, empreendimento privado, sem fins lucrativos, criado com o objetivo de armazenagem e disposição final dos resíduos industriais de empresas da cidade de São Leopoldo.

  Implantado em 1993 pela Associação Comercial, Industrial e de Serviços de São Leopoldo - ACIS/SL, opera em uma área de 31,5 ha, localizada na Estrada do Socorro, 4017, lindeira à área do Aterro Sanitário Municipal.

  A FUNRESOLI está apta a receber todas as classes de resíduos industriais, sejam resíduos classe I (Perigosos) ou resíduos classe II (Não-Perigosos, tanto os Inertes como os Não-Inertes).

- **ECOPONTOS**: Os resíduos especiais são entregues pelos geradores na rede de comércio do município conforme legislação municipal 6085/06. Existe uma campanha para coleta de óleo de cozinha saturado com cronograma de coleta organizado por bairros.

  A Prefeitura de São Leopoldo é parceira em um projeto de recebimento de resíduos de informática que inclui também o recebimento de aparelhos de celulares.

  Existem 10 Ecopontos para a coleta de pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes e resíduos eletrônicos nos quais os comerciantes são responsáveis pelo recolhimento, destinação e apresentação do controle junto à Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

  Desde 2013 a Prefeitura de São Leopoldo mantém um depósito para coleta de pneus, no bairro Scharlau, administrado pela Secretaria de Serviços Públicos (Sesp).

  Este depósito recebe mensalmente mais de 1,2 mil pneus que ficam armazenados em uma estrutura coberta. Posteriormente o material é encaminhado para uma empresa de reciclagem.

Atualmente existem cerca de 80 pontos irregulares de descarte de resíduos em São Leopoldo. Segundo a Prefeitura este volume já foi duas vezes maior.

Em março de 2016, houve incêndio, no bairro São Miguel, próximo à BR-116, em um depósito irregular de vários tipos de resíduos expostos na lateral de uma rua do bairro (site PMSLeo 2, 2016).

No município também há um lixão desativado, onde eram depositados os resíduos domésticos e os de serviços de saúde. Em 2002, a empresa Vega Engenharia Ambiental LTDA iniciou as obras de recuperação ambiental da área degradada.

Visando a mitigação dos danos causados pela disposição irregular de resíduos foram implantadas a coleta e tratamento de chorume, drenos de gases e respectivos queimadores, drenagem de águas superficiais, impermeabilização de cobertura e recomposição paisagística, além de piezômetros a montante e a jusante do local.

6.3.16 Sapiranga

No município de Sapiranga a Secretaria Municipal de Obras Públicas e Serviços Urbanos e a Secretaria de Planejamento (Departamento de Meio Ambiente) são as entidades responsáveis pela gestão, fiscalização e administração dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

As normativas legais que norteiam, de forma direta ou indireta, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no município de Sapiranga encontram-se:

- Lei Nº 2.361/97: Política Municipal de Meio Ambiente;
- Lei N° 2.393/97: Código de Posturas;
- Lei Nº 2.506/99: Plano Diretor;

- Lei Nº 3.282/03: Código Tributário;
- Lei Nº 5.283/13: Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos;
- Lei Nº 5.780/15: Política Municipal de Saneamento Básico.

A cobrança pelos serviços de limpeza pública é feita através do IPTU. Conforme dados do SNIS de 2014 a receita arrecadada para os serviços de limpeza urbana foi de R$ 1.462.623,06 no ano e a despesa total foi de R$ 4.038.172,4 no ano.

O Município de Sapiranga tem uma população de quase 80 mil hab., sendo a massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à população total atendida de 0,55 kg/(hab.x dia). Sendo que o total de RSU coletado ao ano foi de 15.840 toneladas executado por empresas.

A coleta de lixo na cidade é de responsabilidade da Empresa Onze Construtora e Urbanizadora Ltda. Atualmente, são coletadas 47 toneladas de resíduos por dia, no município de Sapiranga, sendo reciclados apenas 8%.

Cerca de 70% da população de Sapiranga é contemplada com o serviço de coleta seletiva de resíduos.

O total de material recuperado, exceto material orgânico e rejeito da coleta seletiva é de 1.470 toneladas ao ano.

O município de Sapiranga encaminha seus RSU para o aterro de São Leopoldo. Atualmente, Sapiranga está investindo em programas de educação ambiental que visam à mobilização e contribuição da sociedade visando a separação, recuperação e beneficiamento dos resíduos.

Em relação aos outros tipos específicos de resíduos:

- **RCC:** Atualmente o município produz mensalmente em torno de 15 toneladas de resíduos da construção e demolição. O que ocorre ainda é o despejo irregular deste resíduo em diversos terrenos baldios da cidade.

  Encontra-se em fase de planejamento, conforme Licença Prévia 427/2015 da FEPAM, uma central de triagem com beneficiamento de RCC na Estrada Presidente Kennedy, Bairro São Luiz, contemplando inclusive pátio de britagem.

  A capacidade prevista de processamento do empreendimento é de 100 m³/dia.

- **RSI:** No município de Sapiranga existem aproximadamente 430 indústrias de diversos ramos: indústrias calçadistas, metal-mecânicas, moveleiras, de beneficiamento de alimentos, têxteis e químicas.

  Os resíduos industriais são de responsabilidade dos próprios geradores.
  O município possui controle de geração de RSI através dos manifestos de transporte de resíduos (MTR) entregues no Departamento de Meio Ambiente. A maioria das indústrias destina seus resíduos aos aterros industriais privados.

- **ECOPONTOS**: No município existe uma coleta específica para resíduos especiais, tais como pneus. Existem 8 ecopontos disponíveis para a coleta de computadores, peças de celulares e eletrônicos em geral. Existem 12 ecopontos para recolhimento de óleo, no município.

A Central de Triagem e Compostagem de Resíduos Sólidos de Sapiranga (Cetrisa), localizada na rua da Cetrisa, no bairro São Luiz, produz 10 toneladas de adubo diariamente. O produto, feito com 33% do lixo doméstico recolhido a cada mês no município é utilizado em flores, gramados, árvores e lavouras, conforme o secretário de Meio Ambiente.

O processo é desenvolvido pela a Recicooper - Cooperativa de Trabalho e Reciclagem de Sapiranga, que reaproveita 250 toneladas de adubo pelo processo de compostagem e 120 toneladas de lixo seco na seleção de materiais.

O galpão de triagem tem 600m² e opera com 02 esteiras de triagem, uma para orgânico e outra para resíduo seco. São triadas aproximadamente 47 t/dia.

O que não é reciclado é despachado para o aterro de São Leopoldo. Várias denúncias feitas ao Departamento de Meio Ambiente (DMA) da Prefeitura de Sapiranga pelo descarte irregular de lixo e resíduos industriais. Alguns locais identificados:

- Na Rua Carlos Alberto Berlitz, no bairro Piquete, em agosto de 2015 (Jornal JS, 2015);
- No Bairro São Luiz, em junho de 2015 (Jornal JS, 2015);
- Na Rua Cruzeiro do Sul, no bairro Industrial, em março de 2016. Descarte irregular de produtos vencidos e de couro (PM Sapiranga);
- Na Avenida 20 de Setembro, no bairro Voo Livre, em março de 2016. Descarte de caixas de leite (PM Sapiranga);

Quanto ao passivo ambiental Sapiranga desativou seu aterro sanitário, localizado na Av. Pres. Kennedy, Fazenda Leão, bairro Porto Palmeira, mas desenvolveu projeto para recuperação da área.

6.3.17 Sapucaia do Sul

No município de Sapucaia do Sul, a Secretaria de Serviços e Mobilidade Urbana e Secretaria de Meio Ambiente são as entidades responsáveis pela gestão, fiscalização e administração dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

As normativas legais que norteiam, de forma direta ou indireta, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no município de Sapiranga encontram-se:

- Lei Nº 966/84: Código de Posturas;
- Lei Nº 2.069/98: Código Sanitário;
- Lei Nº 2.070/98: Código de Meio Ambiente;
- Lei Nº 2.600/03: Criação da Secretaria de Meio Ambiente;
- Lei Nº 2.698/04: dispõe sobre os atos lesivos a limpeza pública;
- Lei Nº 2.896/06: Plano Diretor;
- Lei Nº 3.056/08: dispõe sobre descarte e destinação final de pilhas, baterias e demais artefatos que contenham metais pesados;

- Lei Nº 3.060/08: dispõe sobre destinação final de remédios vencidos;
- Lei Nº 3.388/12: Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

A cobrança pelos serviços de limpeza pública é feita através de boleto específico.

Conforme dados do SNIS de 2013, visto que não foram publicados dados para Sapucaia do Sul no SNIS de 2014, a receita arrecadada para os serviços de limpeza urbana foi de R$ 1.921.115,88 no ano e a despesa total foi de R$ 8.057.758,90 no ano.

A massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à população total atendida (em torno de 137.000 hab.) foi de 0,64 kg/(habxdia) (SNIS, 2013), sendo que o total de RSU coletado ao ano foi de 31.800 toneladas executado por empresas privadas.

No entanto dados do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Sapucaia do Sul apresenta dados diferenciados onde seria gerado 120 t/dia de resíduos sólidos urbanos, um total de 0,92 kg/hab/dia (PMGIRS_SAPUCAIA, 2012).

O sistema de coleta de resíduos domiciliares tem cobertura de 100%. Os resíduos recolhidos no município são encaminhados para o aterro sanitário localizado no próprio município, operado pela empresa JC Lopes Ltda. e pela Prefeitura Municipal.

O aterro sanitário se localiza no Bairro Novo Horizonte, apresenta total de 15 ha uma área de disposição de 2,5 ha, com vida útil de mais 12 anos (até 2022), recebendo aproximadamente 120 t/dia de resíduos sólidos urbanos (PMGIRS_SAPUCAIA, 2012).

A Coleta Seletiva Porta a Porta, é realizada no município desde agosto/2014, atendendo 14 bairros.

Estes serviços são prestados pela Rede da Coleta Solidária, através da COOTRACAR (Cooperativa de Trabalhadores, Carroceiros e Catadores de Materiais Recicláveis e Industrialização e Comercialização de Materiais Reciclados) e da COOPREVIVE (Pref. Sapucaia do Sul, 2016).

Em relação aos outros tipos específicos de resíduos:

- **RCC:** O município de Sapucaia do Sul não possui controle efetivo sobre a gestão dos RCC gerados em seu território, no entanto, através de um convênio com o Consórcio Pró-Sinos, a Prefeitura de Sapucaia do Sul está transformando restos de construção civil, em material para terraplenagem, dando um grande suporte a “Campanha Cidade Limpa – Responsabilidade de Todos”.

  O serviço é realizado com um britador, equipamento que se encontra na Central de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de Sapucaia do Sul, na Avenida Theodomiro Porto da Fonseca, s/nº, bairro Ipiranga.

  Em 2013, foram coletadas 7.200 toneladas de resíduos pela Prefeitura e empresas contratadas (SNIS, 2013).

- **RSI:** Não existem dados sobre a natureza ou quantidade de geração de resíduos industriais no município.

Existem 483 indústrias, com predominância de indústrias metal-mecânica, têxtil, plásticas, química, produtos cerâmicos, artefatos de borracha, beneficiamento de madeiras, artefatos de concreto, estruturas metálicas e confecções diversas.

É de responsabilidade das empresas encaminharem os resíduos para aterros industriais licenciados.

- **ECOPONTOS:** O município de Sapucaia do Sul já trabalha na implementação do sistema de logística reversa e responsabilidade compartilhada.

  Neste momento, já apresenta alguns pontos de coleta instalados em entidades privadas as quais são responsáveis pelo encaminhamento e destinação final dos materiais recolhidos.

  Galhos e ramos, resultado de podas podem ser encaminhados pelo cidadão a Compostagem da Associação Bom Samaritano, no Aterro Sanitário, na Rua das Mãos Dadas, nº 590.

  Desde 2015, o município faz parte do Projeto Recicle Mais, Pague Menos da empresa AES Sul, em parceria com a 3E Engenharia em Eficiência Energética e a Reciclatudo, com apoio da Prefeitura de Sapucaia do Sul.

  Este projeto permite que os clientes residenciais da AES Sul façam a troca de resíduos domésticos recicláveis por créditos na conta de energia elétrica.

  Ao entregar esses resíduos, o cliente da AES Sul contribui para a sustentabilidade, dando a destinação correta dos materiais e evitando que se formem lixões ou que fiquem expostos no ambiente (AESSul, 2015).

No município de Sapucaia do Sul encontra-se o Morro Sapucaia que possui floresta umbrófila densa, remanescente do ecossistema Mata Atlântica.

O Morro Sapucaia foi transformado em Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) em 2002, a fim de preservar o bioma da Mata Atlântica de seu entorno, incluindo a fauna que nele habita.

Ao lado desta reserva está localizada a empresa uruguaia Aborgama, especializada em tratamento de resíduos sólidos de saúde. Também muito próxima a reserva (em torno de 3 km) situa-se o aterro sanitário para depósito de resíduos sólidos urbanos, localizado na Estrada dos Ramires, km 23.

Este aterro sanitário recebeu três Autos de Infração por lançar resíduos líquidos em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou atos normativos e/ou por descumprimento de condicionantes da licença ambiental.

Até o início de 2016, o aterro sanitário não tinha licença de operação. Entretanto, o Município foi autorizado a encaminhar o excesso de lixiviado gerado no Aterro Sanitário para a Estação de Tratamento de Esgotos da CORSAN Mato Grande em Canoas, conforme documento de Autorização Geral 352/2105-DL da FEPAM.

6.3.18 Taquara

A limpeza pública no município de Taquara é de responsabilidade da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos que fiscaliza todas as atividades ligadas à manutenção da limpeza da cidade realizada por empresas terceirizadas.

A Secretaria Municipal de Planejamento e Urbanismo, é a responsável pela elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico, que ainda se encontra em desenvolvimento.

As principais leis municipais, que servem como instrumento de planejamento e fiscalização adotado pela municipalidade:

- Lei Nº 3.205/04: Política Ambiental de Proteção ao Meio Ambiente;
- Lei Nº 3.181/04: Gerenciamento de Resíduos Sólidos;
- Lei Nº 3.715/06: Plano Diretor;
- Lei Nº 5.123/12: Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

A cobrança pelos serviços de limpeza pública é realizada por meio de taxa do IPTU, a receita arrecada pela prefeitura foi de R$ 2.106.849,65 no ano, e a despesa total foi de R$ 2.568.084,76, conforme dados do SNIS 2014.

O Município de Taquara tem uma população estimada para 2015 de mais de 57 mil hab e gera uma média de 20,24 toneladas de resíduos domésticos diariamente.

A massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à população total atendida de 0,64 kg/(habxdia).

O total de RSU coletado no ano de 2014 foi de 12.900 t, executado por empresas e pela Prefeitura.

Na área urbana, a coleta é realizada em 100% dos domicílios e na rural este processo acontece somente nas principais vias. Destaca-se aqui que o morador da Zona Rural precisa levar o resíduo até os acessos (vias) onde o caminhão da coleta passa.

Em média, 7,5% dos resíduos gerados em Taquara vão para reciclagem.

Todo o lixo doméstico produzido no município é encaminhado para a Usina de Triagem de Lixo de Moquém, na Rodovia ERS-239, km 48, para passar por triagem e ser reaproveitado. O que não é reciclável segue para o aterro sanitário de São Leopoldo.

Segundo o SNIS 2014, 574 toneladas de resíduos recicláveis são geradas ao ano.

A coleta de resíduos sólidos domésticos convencional e seletiva é realizada por empresa contratada, incluindo o transporte para a destinação final para São Leopoldo (SNIS, 2014).

Em relação aos outros tipos específicos de resíduos:

- **RCC:** O resíduo gerado no município é enviado para áreas que necessitam de aterramento e os demais resíduos de outras classes para centrais licenciadas de outros municípios. Cerca de 640 t de RCC são coletadas por caçambeiros e autônomos contratados pelo gerador.

- **RSI:** Taquara possui indústrias químicas, de construção civil, de beneficiamento de alimentos, de móveis, eletrônica e mineração, metal-mecânica e de calçados. Cada indústria é responsável pela destinação do seu resíduo.

  A prefeitura não presta serviço de coleta de resíduo industrial, o Departamento de Meio Ambiente exige o recebimento de planilhas trimestrais das indústrias com dados de geração e destinação dos resíduos.

  Existe um aterro de resíduo industrial privado em Taquara, que no momento está interditado.

- **ECOPONTOS:** Existe um ecoponto em Taquara (Rua La Paz, 1881, bairro Empresa), que abre somente um dia por semana.

- O descarte de eletroeletrônicos, baterias, celulares, pilhas e óleo de cozinha pode também ser feito na Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

Em relação aos passivos ambientais, no município de Taquara, na década de 40, os efluentes domésticos eram colocados em cubas que eram encaminhadas para uma área no Bairro Empresa (Figura 113), na planície de inundação do Rio dos Sinos.



Figura 113 - Lixão no bairro Empresa em Taquara, exposto em programa de TV
Fonte: (RBS, 2015)

Posteriormente esta área virou o lixão do município, sem nenhum controle ambiental, tendo em vista que não havia legislação ambiental específica.

Até o ano de 1995, os resíduos do município eram levados para este local, que possui uma área de 1,4 há e 4 metros de lixo compactado.

Em 2002, houve um projeto de recuperação, porém a empresa responsável abriu falência e o projeto não foi concluído.

Atualmente há um Termo de Compromisso Ambiental – TCA referente à remediação de área degradada pela disposição de resíduos sólidos sendo vedada qualquer disposição final de resíduos no local.

Há muitos anos, o chorume, líquido que escorre do lixo, corre diretamente para o rio a cerca de 100 metros da captação de água do município (RBS, 2015). Por causa da contaminação do solo e do rio, existe uma ação contra a prefeitura de Taquara desde 2007.

Em 2011, o Ministério Público e a Polícia Civil realizaram uma vistoria na área encontrando lixo industrial, como resto de couro de fábricas de calçados.

Apesar da Prefeitura de Taquara ter se comprometido a adotar medidas para conter a poluição, muito pouco foi feito além da colocação de uma cerca, que não contém a entrada de pessoas.

Esta localidade onde se encontra o lixão desativado é a mais populosa do município. Atualmente foram encontradas cerca de 20 famílias de baixa renda na área do lixão, vivendo em péssimas condições sanitárias.

É importante ressaltar que estas famílias foram cadastradas e receberam casas através de programas habitacionais e que, no momento, estas habitações foram transformadas em pequenos lixões residenciais (PMGIRS Taquara, 2012).

6.3.19 Três Coroas

No município de Três Coroas, a Secretaria do Planejamento e Habitação e a Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente são as entidades responsáveis pela gestão, fiscalização e administração dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

As normativas legais que norteiam, de forma direta ou indireta, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no município de Três Coroas são:

- Lei Orgânica do Município de Três Coroas de 1990;
- Lei nº 1,886/98: Código Sanitário;
- Lei nº 2.089/01: Código Tributário;
- Lei Nº 2.546/06: Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado;

A cobrança pelos serviços de limpeza pública é feita através do IPTU. Conforme dados do SNIS de 2014 a receita arrecadada para os serviços de limpeza urbana foi de R$ 402.874,30 no ano e a despesa total foi de R$ 2.787.338,00 ao ano.

A população levantada pelo Censo do IBGE de 2010 é de 23.848 hab.

A massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à população total atendida foi de 0,69 kg/(habxdia), sendo que o total de RSU coletado ao ano foi de 6.547 t, executado em maior parte por empresas privadas, mas com alguma participação da Prefeitura também.

Quanto a coleta regular de resíduos a abrangência é de 100% dos domicílios na área urbana mas apenas 85% na área rural.

A coleta de resíduos sólidos domiciliares é realizada pela empresa CONESUL Soluções Ambientais.

Em Três Coroas a coleta seletiva é efetuada por empresa contratada, mas abrange menos de 50% da população. Atualmente não há no município organização formal de catadores, todavia, existem agentes dispersos.

O município de Três Coroas conta com uma Central de Segregação, Triagem e Transbordo. O total de resíduos coletados de forma seletiva é de 530 t/ano, sendo de 212 t, o total de material recuperado (SNIS, 2014).

Os resíduos orgânicos e rejeitos são encaminhados para o aterro de São Leopoldo.

Em relação aos outros tipos específicos de resíduos:

- **RCC**: Apesar de atualmente o município de Três Coroas possuir um controle, esse não é efetivo para a adequada gestão dos RCC gerados em seu território. Em 2013, 132 toneladas de resíduos foram coletadas pela Prefeitura e empresas contratadas (SNIS, 2013), não há dados sobre RCC no SNIS de 2014.

  Três Coroas armazena os resíduos inertes recolhidos, para posterior reutilização. Não foram diagnosticadas situações críticas a respeito do descarte inadequado de resíduos da construção.

- **RSI:** A maioria dos resíduos industriais gerados no âmbito do município provavelmente seja proveniente do setor coureiro-calçadista.

  Existe um aterro para resíduos sólidos industriais de propriedade do Sindicato da Indústria de Calçados e Componentes para Calçados de Três Coroas. O Sindicato recebe o resíduo de todos os associados.

  A Indústria de Calçados e Componentes para Calçados de Três Coroas geram em média 250 toneladas de resíduos ao mês, ou seja, 8,33 toneladas ao dia.

  Deste volume, 55% são encaminhados à reciclagem, 35% para o coprocessamento e 10% para o ARIP - Aterro de Resíduos Industriais Perigosos.

  Os resíduos que são coprocessados são enviados para Minas Gerais. Já os resíduos perigosos e que ainda não tem reciclagem são encaminhados para o ARIP.

Os resíduos recicláveis (papéis, plásticos, latas, aço, sintéticos) são encaminhados para empresas licenciadas e situadas no estado do Rio Grande do Sul. Os resíduos de papel de palmilha são reciclados em Santa Catarina.

Os resíduos perigosos como o couro e cromo são beneficiados em Portão e os resíduos de borracha são encaminhados para São Paulo.

- **ECOPONTOS**: O município dispõe de Ecopontos em creches e escolas municipais, bem como na sede da própria Prefeitura, para descarte de óleo de cozinha, pilhas e baterias usadas. Esses resíduos são armazenados para posterior destinação adequada.

O município possui uma Unidade de Triagem Municipal, e estuda a viabilidade da implantação de novo Galpão de Triagem.

Na localidade conhecida como Morro do Cerola, distante 4 km do centro da cidade, possui instalações do “lixão” antigo que hoje serve apenas como “estação de transbordo”. O acesso ao local é controlado.

Ao longo de várias décadas, o antigo lixão da localidade Águas Brancas recebeu os resíduos industriais. Hoje a área está recuperada com aparência de uma propriedade rural, tendo sido isoladas as vertentes de água do local e as águas superficiais recebem monitoramento através de análises químicas e biológicas (Sindicato da Industria de Calçados, 2016).

6.4 Avaliação Econômica: Receitas e Investimentos

Uma análise da receita e despesas com os serviços de limpeza urbana á apresentada na Quadro 48 onde é possível fazer uma comparação dos dados sobre receita e despesas dos Municípios.

As informações são oriundas do SNIS do ano de 2014, entretanto para os municípios de Caraá e Sapucaia do Sul os dados se referem ao ano de 2013, uma vez que para o ano de 2014 não há informações disponíveis no SNIS.

De todos os municípios avaliados, apenas Caraá não cobra de seus habitantes, os serviços de manejo dos resíduos urbanos, bem como também não possui taxa para serviços especiais nesta área.

Sapucaia do Sul é o único município que não tem a cobrança dos serviços de limpeza urbana como uma taxa no boleto do IPTU, sendo enviado um boleto específico para realizar a cobrança ao cidadão.

É possível observar que todos municípios que apresentaram dados sobre a receita e a despesa com os serviços limpeza urbana, os gastos são muito superiores aos valores arrecadados, o que implica que o poder público tem que obter receita de outras fontes para cobrir os gastos nesta área.

A coluna autossuficiência financeira (percentual do gasta em relação ao que arrecada) no Quadro 48 destaca esta situação, onde apenas o município de Taquara tem 82% de seus gastos com os serviços de limpeza urbana cobertos pela receita arrecadada.

A grande maioria apresenta taxa em torno de 20% de cobertura dos seus gastos, o que demonstra a grande defasagem do que é gasto com este serviço e o que o poder público é capaz de arrecadar.

Com os dados organizados na Quadro 49 foi possível calcular as colunas Despesas per capita com RSU (pop total) e Despesas per capita com RSU (pop urbana) cujos valores são obtidos da razão entre o total da despesa com serviços de limpeza urbana e a população total do município no primeiro caso e pelo total da população urbana do município no segundo caso.

Existe uma grande variabilidade dos valores dos gastos realizados pelos municípios, sendo o menor valor observado para a Despesas per capita com RSU (população total) é de R$ 24,80 (vinte e quatro reais e oitenta centavos) por habitante feito pelo município de Caraá e o maior valor é de R$ 107,94 (cento e sete reais e noventa e quatro centavos) por habitante feito pelo município de Três Coroas.

A média dos gastos calculada é de R$ 57,86 / hab para os municípios que formam a Bacia dos Sinos e que apresentaram os dados.

Por outro lado se considerar as Despesas per capita com RSU (população urbana), o menor valor é de R$ 40,59 / hab no município de Nova Hartz e o maior valor é de R$ 171,43 no município de Caraá.

A média dos gastos, calculado para a população urbana foi de R$ 73,90 / hab.

Apenas Riozinho e Caraá não terceirizam os serviços para empresas privadas.

No ano de 2014, apenas São Leopoldo teve recursos federais recebidos para manejo de resíduos sólidos, no valor de R$ 178.227,92, aplicado no Plano Municipal de Coleta Seletiva sendo do tipo não oneroso (a fundo perdido) para o município.

Ver dados específicos por município no quadro a seguir:

Quadro 48 - Receita e Despesas com Serviços de Limpeza urbana

MUNICÍPIO	TOTAL POP. (Estimada no ano)	TOTAL POP. URBANA	RECEITAS E DESPESAS COM SERVIÇOS DE LIMPEZA URBANA					DESPESAS PER CAPITA COM RSU (POP TOTAL)	DESPESAS PER CAPITA COM RSU (POP URBANA)	AUTO-SUFICIÊNCIA FINANCEIRA
			RECEITAS		DESPESAS, SEGUNDO O AGENTE EXECUTOR					
			ORÇADA	REAL	TOTAL	PÚBLICO	PRIVADO			
	HAB.	HAB.	R$ 1.000,00/ ANO	R$ 1.000,00/ ANO	R$ 1.000,00/ ANO	R$ 1.000,00/ ANO	R$ 1.000,00/ ANO	R$/HAB	R$/HAB	%
ARARICÁ	5.249	4.312	100,00	86,00	410,00			78,23	95,23	20,94
CARAÁ (2013)	7.742	1.120			192,00	192,00		24,80	171,43	0
CAMPO BOM	63.767	60.863	400,00	464,00	2.889,00		2.889,00	45,31	47,47	16,06
CANOAS	339.979	339.979	44.557,00	9.602,83	35.628.,00	0,00	35.628,00	104,80	104,80	26,95
ESTÂNCIA VELHA	45.986	44.809	985,00	666,67	2.201,00			47,88	49,13	30,26
ESTEIO	83.846	83.730	3.000,00	3.000,00				0,00	0,00	----
IGREJINHA	34.035	32.455	853,00	549,00	2.792,00	0,00	2.792,00	82,06	86,05	19,68
NOVA HARTZ	19.834	16.507	58,00	220,00	670,00	87,0	582,00	33,78	40,59	32,84
NOVA ST. RITA	25.293	21.684	200,00	207,56	922,00	0,00	922,00	36,48	42,55	22,51
NOVO HAMBURGO	247.781	243.948	10.300,00	10.904,00				0,00	0,00	----
PAROBÉ	55.056	51.989	59,73	570,00	3.554,00	0,00	3.554,00	64,57	68,38	16,05
PORTÃO	33.615	27.479	855,00	524,00	1.588,00	0,00	1.588,00	47,27	57,82	33,03
RIOZINHO	4.552	2.889	95,00	92,00		378,00		83,12	130,97	24,36
ROLANTE	20.599	16.185	230,00	467,00	1.010,00	321,00	689,00	49,07	62,45	46,24
SÃO LEOPOLDO	226.988	226.088	8.689,00	9.344.,00	18.491,00	448.,00	18.043,00	81,47	81,79	50,53
SAPIRANGA	79.152	76.303	1.003,00	1.462,00	4.038,00	544.,00	3.493,00	51,02	52,92	36,22
SAPUCAIA DO SUL*	137.104	136.593	1.400,00	1.921,00	8.057,00	360,00	7.697,00	58,77	58,99	23,84
TAQUARA	57.072	47.278	2.500,00	2.106,00	2.568. 00	13,00	2.554,00	45,00	54,32	82,04
TRÊS COROAS	25.822	22.247	400,00	402,00	2.787,00	48,00	2.738,00	107,94	125,29	14,45

**Ano de 2013 quando indicado*

(Fonte: SNIS, ano de referência 2014.)

O Quadro 49 a seguir mostra a despesa que os municípios tiveram no ano de 2014 para a coleta de RSS, para os municípios de Caraá e Sapucaia do Sul os dados se referem ao ano de 2013 do SNIS, uma vez que para 2014 não há informações.

Os municípios de Campo Bom e Riozinho não disponibilizaram estes dados.

Quadro 49 - Despesa dos Municípios com a Coleta de RSS

MUNICÍPIO	TOTAL POPULAÇÃO (Estimada no ano)	POPULAÇÃO URBANA	DESPESAS		DESPESAS PER CAPITA COM RSS (POP. TOTAL)	DESPESAS PER CAPITA COM RSS (POP. URBANA)
			COLETA DE RSS			
			TOTAL	PRIVADO		
	HAB	HAB	R$/ANO	R$/ANO	R$/HAB.	R$/HAB.
ARARICÁ	5.249	4.312	7.523,90		1,43	1,74
CANOAS	339.979	339.979	208.061,40	208.061,40	0,61	0,61
CARAÁ (2013)	7.742	1.120	6.979,35	6.979,35	0,90	6,23
ESTÂNCIA VELHA	45.986	44.809	57.163,17		1,24	1,28
ESTEIO	83.846	83.730	76.992,00	76.992,00	0,92	0,92
IGREJINHA	34.035	32.455	52.228,53	52.228,53	1,53	1,61
NOVA HARTZ	19.834	16.507	22.239,52	22.239,52	1,12	1,35
NOVA SANTA RITA	25.293	21.684	16.283,80	16.283,80	0,64	0,75
NOVO HAMBURGO (2013)	247.781	243.486	533.476,92	533.476,92	2,15	2,19
PAROBÉ	55.056	51.989	110.448,00	110.448,00	2,01	2,12
PORTÃO	33.615	27.479	6.209,40	6.209,40	0,18	0,23
ROLANTE	20.599	16.185	10.263,00	10.263,00	0,50	0,63
SÃO LEOPOLDO	226.988	226.088	546.644,50	546.644,50	2,41	2,42
SAPIRANGA	79.152	76.303	31.628,58	31.628,58	0,40	0,41
SAPUCAIA DO SUL (2013)	137.104	136.593	86.900,00	86.900,00	0,63	0,64
TAQUARA	57.072	47.278	141.024,00	141.024,00	2,47	2,98
TRÊS COROAS	25.822	22.247	25.340,00	25.340,00	0,98	1,14
**Ano de 2013 quando indicado*						

(Fonte: SNIS, ano de referência 2014.)

O Quadro 50 mostra os dados dos municípios da Bacia dos Sinos em relação a ocorrência de utilização de serviço de aterramento de RDO e RPU executado por empresas contratadas (via terceirização ou delegação por contrato de concessão ou contrato de programa) que operam a unidade de processamento por disposição no solo (aterro sanitário, aterro controlado ou lixão).

Quadro 50 - Dados sobre Terceirização da Disposição Final dos RSU

MUNICÍPIO	SERVIÇO TERCEIRIZADO DE DISPOSIÇÃO FINAL EM ATERRO	
	OCORRÊNCIA DE OPERAÇÃO DO ATERRO POR EXECUTANTE PRIVADO	VALOR CONTRATUAL
	EXISTENTE	R$/T
CAMPO BOM	Não	
CANOAS	Sim	63,26
ESTÂNCIA VELHA	Sim	65,00
IGREJINHA	Não	
NOVA HARTZ	Sim	103,00
NOVA SANTA RITA	Sim	5,00
PORTÃO	Não	
RIOZINHO	Sim	71,70
ROLANTE	Não	
SÃO LEOPOLDO	Sim	69,00
SAPIRANGA	Sim	76,07
TAQUARA	Sim	104,80

(Fonte: SNIS2014)

Estas informações, obtidas do SNIS 2014, diz respeito apenas aos municípios que as disponibilizaram.

No caso de terceirização dos serviços de disposição final, o custo em Reais por toneladas de RSU tem valores diversos de um município para o outro, sendo o valor mínimo de R$ 5,00 (cinco reais) / t e o valor máximo de R$ 104,80 (cento e quatro reais e oitenta centavos) / t.

6.5 Considerações sobre Resíduos Sólidos

Em outubro de 2006, São Leopoldo e mais 3 municípios do vale do Sinos foram palco de um dos mais graves acidentes ambientas do Brasil: um vazamento de chorume (Percolado) de um Aterro de Resíduos Industriais Perigosos (ARIP), localizado no município de Estância Velha, atingiu as águas do Rio dos Sinos, através do Arroio Portão, causando a mortandade de milhões de peixes (estima-se mais de 85 toneladas).

O acidente ocorreu justamente na época da piracema, ciclo anual de reprodução, período em que ocorre a subida dos peixes às nascentes, para desova.

Este grave crime ambiental, diretamente relacionado com o manejo inadequado de resíduos sólidos, provocou uma série de mudanças e exigências por parte dos órgãos ambientais e impulsionou a criação do Consórcio Público da Bacia do Rio dos Sinos - Consórcio Pró-Sinos.

O Pró-Sinos é o primeiro consórcio público intermunicipal na área de saneamento criado no Rio Grande do Sul, coerente com a Lei Federal sobre consórcios públicos de 2005, e apresenta como objetivo intensificar e desenvolver ações integradas que promovam a melhoria da qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos.

Observou-se na elaboração do presente documento, que ocorreram significativas mudanças nesse segmento em poucos anos na Bacia do Rio dos Sinos, incluindo o período que transcorreu entre a elaboração dos planos municipais e regional de resíduos sólidos e o presente estudo, onde o Consórcio Pró-Sinos exerceu um papel de protagonista.

A seguir, apresentamos considerações do que observamos ao longo do presente estudo em relação às metas fixadas no PLANARES:

- **Desativação de lixões:**

Ao longo da última década, observamos a efetivação da extinção dos lixões como solução principal adotada pelos municípios que, aos poucos, foram sendo substituídos por aterros sanitários.

Restam ainda alguns focos de lixões, principalmente relacionados com áreas de aglomerados subnormais e com todas as outras questões ambientais e socioeconômicas associadas a esse tema.

Alguns locais são "clássicos", como na Avenida Rio dos Sinos, em Canoas.

Mesmo com execução do serviço de limpeza sistemática do local contratado pela Prefeitura, os moradores voltam a depositar lixo no local logo em seguida.

Esse fato mostra a cultura do descaso com os resíduos sólidos que ainda persiste em alguns segmentos da população.

- **Implementação do tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos, preferencialmente em soluções intermunicipais:**

O ciclo mais recente iniciou-se em 2012, onde observou-se o fenômeno de desativação de aterros sanitários municipais em prol da utilização dos aterros mantidos pela CRVR em Minas do Leão e principalmente em São Leopoldo.

Os municípios, apoiados pelo Consórcio Pró-Sinos, perceberam as vantagens de usar esse serviço terceirizado, ao comparar com o custo operacional e o risco ambiental de manter um aterro próprio.

O único município da Bacia que ainda não migrou para essa nova sistemática é Sapucaia do Sul, que mantém um aterro sanitário, porém sem conseguir obter o licenciamento adequado.

O mesmo movimento está ocorrendo em relação aos resíduos industriais, de construção civil e de saúde, que vão sendo conduzidos a unidades especializadas normalmente fora do município de origem.

- **Recuperação ambiental de áreas degradadas por lixões:**

O novo cenário em relação às áreas de deposição de resíduos sólidos nos municípios passa a ser de controle e remediação do passivo ambiental gerado pelas antigas instalações.

- **Cultura da coleta seletiva:**

Em relação à coleta dos resíduos sólidos, observou-se uma rápida evolução na abrangência da coleta seletiva, na disponibilidade de ecopontos e em programas específicos de coleta, tais como: óleo de cozinha, pneus, lâmpadas fluorescentes, pilhas, eletrônicos, dentre outros.

Entretanto, muito ainda deve ser feito em relação a este tipo de coleta; p.e.: ampliar a coleta seletiva para os 7 municípios na Bacia do Sinos que ainda não a executam, bem como melhorar os índices de reaproveitamento dos resíduos.

Ainda são poucas as informações quantitativas sobre o quanto de resíduo são gerados e quanto é reaproveitado/reciclado de cada tipologia.

Considerando-se que um dos pilares da PNRS é a reciclagem, para que ocorra um menor impacto ambiental na deposição dos resíduos, poucos dados se tem sobre esta prática.

Observa-se, que mesmo nos municípios que desenvolvem a coleta seletiva e mantem algum controle sobre esta, a taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de RSU recolhida são muito baixas o que indica que muito ainda tem a ser aperfeiçoado nos procedimentos de reaproveitamento dos resíduos.

A questão dos resíduos sólidos precisa ser resolvida de forma satisfatória, para a proteção da saúde pública e economia ambiental.

É preciso incentivar as ações de reciclagem e reaproveitamento de materiais, tanto pela geração de empregos, aumento da renda do cidadão e inclusão social que produz, quanto pela economia de matérias primas, otimização do uso dos recursos hídricos e eficientização energética.

Iniciativas como inclusão social através de cooperativas e associações de catadores já são realidade em alguns municípios da bacia e deveriam ser seguidas por todos os municípios.

Não se observa o mesmo foco em termos de aprimoramento da gestão para os serviços que demandam mão-de-obra mais intensa, como o sistema de coleta de resíduos e serviços de limpeza urbana, como varrição e capina.

A contratação desses serviços representa uma significativa verba a ser gerenciada pelos municípios de forma individual e, justamente por serem contratos de alto valor, ficam mais expostos a ações fraudulentas, com consequentes prejuízos na qualidade do serviço prestado, como verificou-se em investigações do Ministério Público iniciada em 2014 (“operação Conexion”).

Essa operação incluiu contratos firmados entre empresas de limpeza urbana com diversos municípios do Estado, dentre eles, alguns municípios da Bacia do Rio dos Sinos.

A gestão desse tipo de serviço por um organismo supra-municipal, como poderia ser o papel do Pró-Sinos, é mais complexa.

A fonte de recursos é a taxa de lixo cobrada no IPTU, mas em todos os municípios o valor arrecadado é insuficiente e o déficit deve ser completado pelo caixa do município. Seria necessário um arranjo legal e institucional mais efetivo.

Por outro lado, como a cobertura de esgotamento sanitário ainda é baixa, a questão da destinação final dos resíduos sólidos de saneamento, resultantes do processo de tratamento, ainda não é tão visível. Entretanto, com a rápida implantação de sistemas de esgotamento sanitário, será necessário um planejamento supra-municipal para atender a essas novas demandas.

Na elaboração deste trabalho notou-se a latente carência de dados estatísticos acerca do tema, visto que a principal referência disponível é a do SNIS, que reúne informações auto declarativas dos municípios e que na sua grande maioria são incompletas.

O PRSB já havia detectado essa inconsistência de dados apresentados pelos municípios, tanto que acabou adotando valores médios para taxa de produção de resíduos sólidos per-capita e faixas de composição de RSU.

Outro exemplo dessa carência de dados, tratando-se de resíduos industriais, tanto os planos municipais de resíduos sólidos quanto os planos de saneamento, em geral não apresentam os quantitativos de resíduos gerados, assim como não discriminam o percentual gerado referente à Classe I (perigoso) e Classe II (não perigoso).

Os planos municipais de saneamento, no quesito de interface do sistema de drenagem com a coleta e tratamento de RSU também apontou como problemas o "desconhecimento do volume de sedimentos e sua frequência nos canais de macrodrenagem", e como causa “a execução de ações corretivas de limpeza somente mediante demanda, sem registro em banco de dados".

Falta uma sistematização de dados proveniente de órgãos ambientais, institutos de estatística ou, ainda, das entidades geradoras dos resíduos, como as indústrias.

Infelizmente, a realidade reflete a pouca atenção da administração pública e até mesmo de organizações não governamentais na questão pertinente aos resíduos sólidos, resultando na ausência de bancos de dados que possam servir de ferramenta para a gestão municipal ou supra-municipal mais eficiente.

O fato de não se ter o conhecimento efetivo da quantidade de resíduos gerados e sua destinação impede a atuação mais efetiva do Estado na condução das políticas necessárias para o desenvolvimento sustentável e responsável.

Em relação à drenagem urbana, a questão mais crítica está relacionada com a não disposição adequada dos resíduos sólidos.

A operação dos serviços de limpeza urbana, assim como qualquer outro serviço de infraestrutura, enfrenta suas maiores dificuldades justamente nas áreas onde as condições socioeconômicas são mais críticas.

O acesso difícil nessas áreas faz com que os resíduos sejam acumulados e despejados indevidamente. É corriqueiro, nessas áreas, a deposição de lixo diretamente em corpos d´água, comprometendo ainda mais o cenário ambiental já degradado.

A disposição de focos irregulares de lixo nas cidades deve ser combatido diariamente. Nesse caso, a parceria entre órgãos de limpeza municipal e associações comunitárias parece ser o caminho mais eficiente.

Dentre os municípios da bacia que tiveram ações nesse sentido, vale observar o caso de Campo Bom, que adotou uma política de educação ambiental mais forte.

As ações dessa política tiveram um impacto social significativo, onde a comunidade ampliou sua visão e passou a ser um agente de transformação da realidade.

7 CENÁRIOS DE IMPACTOS E ASPECTOS INTEGRADOS E CONCLUSÕES

Durante a etapa de diagnóstico da situação dos municípios da Bacia do Rio dos Sinos, foram identificados os problemas da região e os impactos na dinâmica das cheias que causam as inundações na Bacia.

A seguir os problemas identificados serão analisados de forma integrada.

Diante da análise da evolução urbana dos municípios da Bacia do Rio dos Sinos constatou-se que o desenvolvimento dessas áreas ocorreu de forma acelerada e desordenada, com falta de controle do uso do solo e consequente impermeabilização e derrubada da cobertura vegetal natural.

Em parte, a desordem deste crescimento se deve à falta de Planos Diretores Urbanísticos até a primeira década do século XXI como auxílio ao planejamento urbano, sendo criados apenas na primeira década dos anos 2000 na maioria dos municípios da Bacia.

A falta de uma gestão integrada das diferentes demandas, como drenagem urbana, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e ocupação urbana e que considere o contexto regional, integrando a tomada de decisões entre os municípios, foi o aspecto principal para que se tenha o cenário atual com problemas complexos de infraestrutura e gestão.

O problema se agrava à medida que as ações antrópicas se estendem e se intensificam na região da bacia, tornando as soluções desses problemas cada vez mais complexas e com custos mais elevados.

Tem-se como exemplo a interação entre as redes de esgoto pluvial e de esgotamento sanitário, que são geridas na maioria dos municípios por órgãos distintos, sendo na maioria dos casos a CORSAN responsável pelo esgotamento sanitário e as secretarias de obras dos municípios responsáveis pela drenagem.

Essa divisão impede que haja uma visão holística das demandas da população de cada município e as soluções propostas, em muitos casos, não atendem as expectativas dos municípios da melhor maneira.

Um exemplo de problema também causado pela falta de uma visão integrada do território é quando a drenagem de certos locais não considera as consequências geradas pelo aumento do volume e da velocidade do escoamento superficial de locais a jusante, que acabam tendo a sua rede de drenagem sobrecarregada.

Essa situação ocorre na Bacia Rio dos Sinos em áreas dentro do um mesmo município, ou entre municípios vizinhos.

O Quadro 51 apresenta um resumo dos problemas relacionados ao planejamento urbano, à drenagem urbana e inundações ribeirinhas, ao esgotamento sanitário e aos resíduos sólidos e os consequentes impactos gerados.

Quadro 51 - Problemas e impactos identificados na Bacia

TEMA	PROBLEMA	IMPACTO
Planejamento Urbano	Municípios não contam com Planejamento Urbano Regional	Decisões com possíveis impactos a municípios vizinhos
	Alta densidade demográfica e conurbação	Falta de infraestrutura integrada e impactos negativos nos corpos hídricos
	Zoneamentos não apresentam áreas indicadas como de inundação ou de risco	Habitações em regiões de risco
	Zoneamentos conflitantes nas divisas municipais	Impactos de um município vizinho aos outros
	Urbanização rápida e sem planejamento	Piora na qualidade de vida da população e impactos ambientais
	Ocupação de áreas inundáveis e sujeitas a alagamentos	Prejuízo público e privado e impactos ambientais
	Ocorrência de alagamentos em aglomerados subnormais	População carente é quem sofre mais impactos da falta de infraestrutura e regulação
Drenagem urbana e Inundações ribeirinhas	Intensa urbanização	Aumento do escoamento superficial
	Ocupação de áreas de inundação natural	Prejuízos sazonais com perdas financeiras e humanas
	Avanço da urbanização sobre as APP's	Degradação da vegetação e da qualidade das águas, aumento da erosão e assoreamento
	Ausência de cadastro de redes de drenagem	Impossibilidade de planejamento de longo prazo
	Ausência de Plano de Drenagem Urbana	
	Sistemas de drenagem subdimensionados e/ou presença de resíduos sólidos nos canais	Alagamentos em áreas urbanas
	Sistemas de coleta de esgoto do tipo misto	Sobrecarga do sistema de drenagem
	Altas declividades do terreno	Enxurradas e desestruturação de taludes de cursos d'água
	Sedimentos e resíduos sólidos depositados em canais	Comprometimento do escoamento das águas
	Crescimento de vegetação em canais não revestidos	
	Carência de sistemas de geração de energia autônomos para os SPCC	Vulnerabilidade à inundação caso ocorra interrupção do fornecimento de energia elétrica
	Problemas estruturais no Pôlder Araçá em Canoas	Vulnerabilidade à inundação das regiões protegidas por estes sistemas
	Falta de manutenção dos SPCC	
	Limitações do estudo hidrológico da BR-448	Desconhecimento dos efeitos da construção da BR-448 sobre as inundações na região adjacente e a montante
	Falta de planejamento conjunto da drenagem da bacia	Decisões descentralizadas
Esgotamento sanitário	Esgotamento sanitário com tratamento adequado é muito baixo (<10% da bacia)	Impactos negativos nos cursos d´água e no abastecimento de água
	As maiores cidades da bacia ainda apresentam atendimento de esgotamento sanitário baixo	
	Dificuldades nos processos licitatórios e aprovação de licenças ambientais	Perda de recursos junto ao órgão financeiro
	Alguns municípios não possuem contrato com a CORSAN	Decisões descentralizadas e sem corpo técnico capacitado
Resíduos Sólidos	Carência de informações sobre resíduos sólidos	Dificuldade no planejamento do gerenciamento municipal e regional dos resíduos
	Ausência de coleta seletiva e/ou estações de triagem	Redução da vida útil de aterros sanitários ou destinação de resíduos de forma incorreta, atingindo a rede de drenagem e contaminação dos recursos hídricos
	Ausência de compostagem	
	Falta de planejamento na gestão de resíduos industriais e provenientes da construção civil	
	Locais de disposição irregular de resíduos	
	Passivos ambientais	

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

O quadro acima destaca a necessidade da interação não só entre os diferentes órgãos dentro de uma mesma cidade, mas também da interação entre municípios vizinhos. A falta dessa interação gera a existência de soluções limitadas que, ao não considerarem o contexto regional, podem causar impactos negativos a municípios próximos.

Como exemplo cita-se os Planos Diretores que muitas vezes não consideram ao menos os Planos das cidades vizinhas gerando conflitos de usos do solo nas divisas municipais e impactos indesejados a municípios adjacentes.

Além disso, o fato desses municípios terem se desenvolvido muito próximos e terem apresentado um alto crescimento demográfico nas últimas décadas, e consequente expansão de suas áreas, fez com que ocorresse o fenômeno de conurbação. Logo, por não terem melhores alternativas de expansão, esses municípios passaram a ocupar as planícies de inundação do Rio dos Sinos.

Com a ocupação dessas áreas, além dos impactos ambientais gerados, em épocas de eventos de precipitação mais intensos, o rio ao transbordar sua calha menor ocupa as planícies de inundação causando prejuízos ao patrimônio público e privado, com perdas materiais e humanas.

Entende-se que a ocupação destas áreas de inundação ocorreu anterior à existência dos Planos Diretores Urbanísticos, contudo, ainda nota-se que a maioria desses Planos não delimita as zonas com risco de inundação.

Assim, a ocupação continua avançando sobre essas áreas, chegando às margens dos rios. Acredita-se que a solução desse problema possa ter início na concepção dos mapas de inundações gerados a partir das simulações hidrodinâmicas a serem apresentados no PRODUTO nº 11 do presente estudo.

Utilizando-se de tais mapas será possível delimitar as áreas de risco de inundação e inseri-las no zoneamento do Plano Diretor desses municípios.

A partir do zoneamento das áreas de risco, será possível também definir as áreas que devem ser abrangidas pelo sistema de alerta contra cheias, assim como as áreas que devem ser cobertas por um programa de seguros contra inundações.

Tanto o zoneamento dessas áreas quanto a ampliação e operação de um sistema de alerta contra cheias são proposições feitas pelo PRH-SINOS e serão contempladas nos próximos PRODUTOS do presente projeto.

Além das ocupações em zonas de inundação no Baixo Sinos, ocorrem ocupações em zonas de risco devido a altas declividades no relevo, condição natural da região do Alto Sinos.

Essa condição é verificada principalmente em Três Coroas, Parobé, Nova Hartz, Araricá e Caraá, e potencializa a ocorrência de enxurradas que podem causar graves danos às áreas ocupadas, assim como a desestruturação de taludes de cursos d'água por erosão.

Assim, recomenda-se que passe a constar no zoneamento de tais municípios a delimitação das áreas de risco de enxurradas.

Ainda a respeito da ocupação de áreas indevidas, constatou-se um avanço generalizado na Bacia do Rio dos Sinos da urbanização sobre as Áreas de Preservação Permanente (APP's).

Esse avanço causa a degradação da vegetação, e consequentemente a perda de qualidade das águas, aumento da erosão dos taludes e assoreamento de cursos d'água, reduzindo a seção de escoamento dos cursos d'água, o que agrava as situações de inundação.

Em contrapartida à intensa e acelerada ocupação urbana que ocorre na bacia, os serviços de infraestrutura urbana não evoluem na mesma velocidade, o que causa um déficit de gestão e de infraestrutura.

Os serviços de saneamento como drenagem, esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos se apresentam deficitários em todas as regiões da bacia.

Os serviços de gerenciamento dos resíduos sólidos, por exemplo, apresentam um déficit não quantificado, devido à carência de informações sobre a produção dos diferentes tipos de resíduos, a forma como são coletados, tratados e destinados, dificultando o planejamento municipal e regional.

Diversos municípios da Bacia do Rio dos Sinos ainda não realizam coleta seletiva de seus resíduos domésticos, impossibilitando a destinação adequada para cada tipo de resíduo, diminuindo a vida útil dos aterros sanitários que os recebem.

Em alguns casos a situação é pior, pois os resíduos são depositados em locais de disposição irregular, isto ocorre principalmente no Baixo Sinos.

Devido à falta de um correto manejo, o destino final destes resíduos acaba, cedo ou tarde, sendo a rede de drenagem, causando obstrução e assoreamento das canalizações e agravando os alagamentos e inundações que passam a ocorrer em um período de retorno menor.

Outro serviço de infraestrutura urbana que não acompanhou o acelerado crescimento das cidades foi o esgotamento sanitário, visto que a maioria dos municípios conta apenas com soluções individuais de tratamento, como fossa séptica seguida de sumidouro ou filtro anaeróbico.

De acordo com os dados do SNIS de 2014, menos de 10% da população da bacia é atendida com sistema de esgotamento sanitário.

Até mesmo as maiores cidades da bacia, como Canoas, São Leopoldo, Esteio e Sapucaia do Sul que, apesar de apresentarem níveis de coleta e tratamento de esgoto superiores às demais, ainda têm grande percentual do esgoto sem tratamento. Adicionalmente, o nível de atendimento do serviço de coleta com separador absoluto é muito baixo.

Assim como a inadequada coleta de resíduos sólidos dos municípios da bacia, o baixo nível de coleta e tratamento do esgotamento sanitário gera diversos passivos ambientais causados pela piora da qualidade da água, como a contaminação dos solos, a proliferação de algas e a diminuição de oxigênio devido ao aumento da matéria orgânica nos cursos d'água com consequente impacto à vida animal.

Como exemplo, tem-se o caso ocorrido em 2006 na própria bacia em que mais de 90 toneladas de peixe apareceram mortas devido ao esgotamento indevido no arroio Portão.

Além disso, o abastecimento de água das regiões a jusante do lançamento dos efluentes acaba sendo comprometido.

Ainda, devido às ligações indevidas da rede de esgotamento sanitário à rede de drenagem ocorre a sobrecarga e o acúmulo de resíduos na rede, e consequente prejuízo ao funcionamento do sistema.

Com o advento dos PAC's, se tornou viável a aquisição de recursos financeiros para a contratação de projetos executivos e posterior implementação de obras na bacia, principalmente na região metropolitana, onde se encontram as maiores demandas.

Constatou-se que diversos projetos executivos para implementação completa ou complementar de sistemas de esgotamento sanitário já foram finalizados e tiveram suas obras iniciadas.

Contudo, é evidente a dificuldade no andamento dos processos licitatórios e suas execuções, devido, principalmente, a processos de impugnação entre os licitantes, licitações desertas, anulação da licitação por questões técnicas e comerciais entre outros.

O mesmo problema acontece devido à dificuldade de aprovação de licenças ambientais junto à FEPAM. Como consequência, o processo se torna lento e assíncrono, ocasionando em muitas situações a perda de recursos junto ao órgão financeiro e consequente paralisação dos trabalhos.

Além disso, em muitos casos, observa-se a falta de coordenação na implantação dos sistemas de esgotamento sanitário, em que parte das obras que o compõe acaba sendo concluída, contudo, devido às dificuldades de gestão nas esferas governamentais, essas obras finalizadas não entram em operação, pois as obras complementares ao sistema não têm prosseguimento.

Como exemplo, tem-se a ETE Esteio que foi inaugurada em 2014, porém aguarda a conclusão das obras da rede prevista para ocorrer em 2016. Enquanto isso, a região sofre os impactos da disposição de efluente sanitário sem tratamento na rede pluvial ou no solo, o que contamina o ambiente.

Além disso, para que seja completo o sistema, os códigos de edificações dos municípios devem ser revisados para que seja exigida, em forma de lei, a espera de ligação dos imóveis à futura rede.

Conforme mencionado anteriormente, o esgotamento sanitário da maioria dos municípios da bacia é centralizado em um único órgão, a CORSAN.

Esse fato torna possível a centralização da tomada de decisões nesse quesito, permitindo que o planejamento seja feito de forma integrada, com o auxílio dos Planos Municipais e Planos Regionais de Saneamento Básico.

Entretanto, também dificulta a integração com as secretarias municipais responsáveis pela drenagem dos municípios, que caso um mesmo órgão fosse responsável pelo esgotamento e drenagem as soluções integradas para essas questões seriam facilitadas.

Com relação aos serviços de drenagem urbana municipais, estes também apresentam grandes déficits a serem sanados.

Como exemplo cita-se a ausência de cadastro topográfico e estrutural das redes de micro e macrodrenagem municipais, sendo o município de Canoas o único a possuir cadastro.

Destaca-se que o "PRODUTO 9 - Plantas e memoriais do cadastro da rede de drenagem" do presente Estudo tem como objetivo o cadastro de cerca de 10 km de redes de macrodrenagem.

A demonstração da falta de planejamento e gestão das redes de drenagem dos municípios é feita ao se destacar a falta de Planos de Drenagem Urbana, visto que apenas o município de Esteio dispõe do Plano dentre todos os municípios da bacia.

Isso impossibilita que os municípios realizem um correto diagnóstico de suas estruturas, dificultando o planejamento de longo prazo. Em consequência, os municípios também não contam com manual de drenagem urbana não fornecendo orientações aos profissionais da área quanto às metodologias para elaboração e execução dos projetos.

O fato da maior parte dos sistemas de esgoto dos municípios serem do tipo misto gera uma sobrecarga no sistema de drenagem em termos de vazão, e, além disso, a água dos alagamentos causados por eventos de precipitação intensos pode atingir níveis de poluição intoleráveis, transformando a solução da drenagem em um problema ambiental.

Outro problema recorrente nos municípios da Bacia é a presença de sedimentos, resíduos sólidos e vegetação em canais, o que compromete o livre escoamento das águas, reduzindo a seção hidráulica e consequentemente a vazão transportada pelos referidos canais, agravando as situações de alagamentos e inundações.

Estes problemas na drenagem urbana são solucionáveis através de:

- uma adequada gestão da infraestrutura de esgotamento sanitário, que deverá progressivamente avançar para cobertura dos sistemas de coleta do tipo separador absoluto,;
- uma correta gestão de resíduos sólidos e limpeza urbana, que evitará que resíduos sólidos comprometam os canais de coleta de água:
- um planejamento urbano apropriado e eficazmente aplicado.

Além disso, são necessárias ações de manutenção no próprio sistema de drenagem urbana, desde as estruturas de microdrenagem até as de macrodrenagem.

O Quadro 52 apresenta uma análise integrada de causa e efeito entre os distintos temas abordados no presente diagnóstico.

Quadro 52 - Análise de causa e efeito entre temas distintos

CAUSA		EFEITO	
Planejamento Urbano	Ausência de regulação ou de fiscalização em relação a índices de impermeabilização do solo	Drenagem	Aumento da vazão no sistema de drenagem
Planejamento Urbano	Ausência de fiscalização em relação à ocupação de áreas ribeirinhas	Drenagem	Degradação da proteção natural dos canais de macrodrenagem
Planejamento Urbano	Zoneamento sem considerar drenagem natural	Drenagem	Falta de restrição à ocupação de áreas que impactam os sistemas de drenagem a jusante
Planejamento Urbano	Zoneamento sem considerar municípios limítrofes	Drenagem	Causar ou sofrer impacto de sobrecarga de vazão no sistema de drenagem
Esgotamento. Sanitário	Coleta de esgotos sanitários em sistema misto	Drenagem	Sobrecarga e degradação da estrutura do sistema de drenagem
Resíduos. Sólidos	Falta de adequada coleta e destinação de resíduos sólidos	Drenagem	Resíduos sólidos atingindo o sistema de drenagem, diminuindo sua capacidade de escoamento
Drenagem	Ausência de cadastro de redes de drenagem	Planejamento Urbano	Impossibilidade de planejamento de longo prazo
Drenagem	Ausência de Plano de Drenagem Urbana	Planejamento Urbano	Impossibilidade de planejamento de longo prazo
Resíduos Sólidos	Carência de informações sistematizadas sobre resíduos sólidos	Planejamento Urbano	Impossibilidade de planejamento de longo prazo
Resíduos Sólidos	Passivos ambientais	Meio Ambiente	Contaminação dos recursos hídricos
Esgotamento Sanitário.	Esgotamento sanitário com tratamento adequado é muito baixo (<10% da bacia)	Meio Ambiente	Contaminação dos recursos hídricos
Meio Ambiente.	Desmatamento de vegetação ciliar	Drenagem	Erosão e assoreamento de canais

(Fonte: Consórcio METROPLAN Bacia do Rio dos Sinos)

A modelagem institucional prevê uma estratégia de integração dos serviços de saneamento visando mitigar os problemas relacionados com o desenvolvimento urbano, esgotamento sanitário (conexão entre redes e falta de coleta e tratamento de efluentes), resíduos sólidos (produção de material sólido e redução da capacidade da drenagem) e conservação ambiental.

A gestão integrada deve priorizar a integração dos serviços de saneamento na cidade considerando as interfaces existentes entre mesmos.

Apesar dos estudos contemplarem toda a bacia de forma integrada, tendo um caráter regional, as particularidades de cada município sobre aspectos institucionais, legais, sociais e ambientais deverão ser destacadas durante a modelagem institucional.

Quanto aos problemas estruturais da macrodrenagem da bacia destacam-se os que ocorrem nos Sistemas de Proteção Contra Cheias (SPCC) dos municípios de Canoas, Novo Hamburgo e São Leopoldo, estruturas de macrodrenagem projetadas para proteger regiões que sofriam com inundações frequentes.

Nota-se a falta de manutenção das estruturas que compõe o sistema de proteção, como o sistema de bombeamento, as comportas tipo flap e a de gravidade, o que pode dificultar ou impedir o correto funcionamento do sistema.

Nota-se a ausência de sistemas de monitoramento e controle remotos na maioria das elevatórias dos SPCC.

Mesmo os que já os têm, estão carecendo de manutenção. Tais sistemas, otimizam sobre maneira a operação/manutenção das mesmas, garantindo-lhes mais disponibilidade e confiabilidade.

Outra limitação destes sistemas é a carência de fontes de geração de energia autônomas, tornando vulneráveis à inundação durante eventos chuvosos intensos as regiões protegidas, caso ocorra interrupção do fornecimento de energia elétrica.

A partir dos estudos hidrológicos constantes no PRODUTO nº 10 e das simulações hidrodinâmicas constantes no PRODUTO nº 11 será possível reavaliar o nível de segurança dos SPCC, assim como será possível reavaliar os impactos da recentemente construída BR-448 (Rodovia do Parque).

Ao se analisar os estudos hidrológicos apresentados à época do projeto da rodovia, observa-se que a metodologia utilizada apresenta certas limitações, como, por exemplo, a não utilização de modelagem numérica ou física.

A metodologia expedita desenvolvida utilizava linhas d'água do Rio dos Sinos elaboradas em estudos realizados na década de 60, simulando um cenário desatualizado.

Portanto, os efeitos dessa estrutura sobre as inundações do Rio dos Sinos ainda são desconhecidos e devem ser mais bem estudados.

Ainda no contexto da modelagem hidrodinâmica, destaca-se a relevância de certas ações propostas pelo Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio dos Sinos.

Sugere-se que sejam simulados cenários que contemplem a implementação dos barramentos para regularização de vazão sugeridos na versão do Plano concluída em 2011.

Apesar de terem finalidade distinta do presente estudo, devem ser levados em conta quais serão os impactos de tais obras nos hidrogramas da bacia.

Sugere-se também que as barragens propostas no plano sejam simuladas em situações em que atuem com dupla finalidade, reservando parte dos seus volumes para a contenção de cheias. Simulações com diferentes níveis de acumulação/reserva devem ser realizadas para se ter a ciência da magnitude do impacto causado por esta possível solução.

Cabe destacar que as barragens apresentadas nessa versão do Plano já passaram por análises técnicas e socioambientais entre alternativas de barramentos na bacia, chegando a serem desenvolvidos os projetos básicos de engenharia de quatro barragens: um Barramento no Rio da Ilha, um no Arroio da Areia, um no Rio Rolante e um no Rio dos Sinos.

Além disso, no mesmo estudo foram desenvolvidos estudos hidrológicos que podem servir de subsídio para o presente estudo.

Estes projetos foram desenvolvidos pela Magna Engenharia a pedido da Secretaria Extraordinária da Irrigação e Usos Múltiplos da Água (SIUMA), e sob a denominação de *"Elaboração de Projetos Básicos de Engenharia de Barragens e seus Sistemas de Distribuição D'Água na Bacia do Rio dos Sinos – RS"*.

No entanto, essas alternativas de barramentos, que chegaram a ter os seus projetos básicos finalizados, não foram contempladas na versão do Plano finalizada em 2014.

No lugar das barragens, a ação proposta como intervenção para regularização de vazões na bacia foi a "*Elaboração de estudo comparativo de alternativas de intervenções de regularização de vazões e para equilíbrio de balanço hídrico"*, desconsiderando quaisquer estudos já realizados a respeito do assunto.

Entretanto, indica-se que nos próximos produtos, principalmente da modelagem hidrodinâmica, os barramentos já estudados e projetados sejam considerados o ponto de partida ao se tratar de soluções estruturais para amortecimento de cheias, averiguando a possibilidade de o reservatório funcionar com dupla finalidade.

Além disso, o plano propõe a elaboração de estudos que apresentem soluções para a retenção das águas pluviais nas zonas rurais e urbanas.

Soluções como diretrizes que alterem o uso do solo estimulando o aumento das taxas de infiltração, assim como a implementação de bacias de amortecimento, cisternas e açudes, podem vir a gerar mudanças no cenário atual que possivelmente deverão ser enquadradas nos cenários futuros das simulações.

O "PRODUTO 12 - Projetos dos Cenários de Intervenção" do presente projeto possibilitará a integração das soluções estruturais e não estruturais para mitigar os problemas de inundações urbanas e ribeirinhas, considerando o contexto regional da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, através da construção de cenários com combinação de diversas alternativas.

Dessa forma será possível avaliar as prováveis interferências dos projetos com outros serviços públicos e com o meio ambiente e definir as medidas institucionais necessárias à execução das alternativas.

O "PRODUTO 13 - Análise de Viabilidade das Alternativas" apresentará um estudo de viabilidade ambiental, social, técnica e econômica das medidas avaliadas e sugeridas no PRODUTO nº 12, permitindo que as alternativas simuladas sejam melhor avaliadas e selecionadas, para posteriores propostas de especificações e detalhamento no "PRODUTO 14 - Consolidação do Conjunto de Intervenções".

Com o desenvolvimento do "PRODUTO 15 - Plano de capacitação e adequação dos serviços de gestão de águas pluviais nos municípios da bacia do Rio dos Sinos", será possível, através da modelagem institucional, minimizar diversos problemas relacionados à falta de integração entre os serviços públicos identificados neste diagnóstico e possibilitar a correta gestão das medidas para mitigação dos efeitos das cheias que forem selecionadas para a Bacia do Rio dos Sinos.

Também será possível propor alternativas de gestão dos serviços no nível municipal e regional e mecanismos, considerando o caráter integrado da bacia e as particularidades de cada município.

A expectativa é que, a partir do subsídio fornecido por este diagnóstico, os problemas identificados possam ser resolvidos através do desenvolvimento de cenários de intervenções e de um quadro institucional integrado para realizar a gestão dos serviços.

Portanto, os produtos subsequentes do EAP-SINOS fornecerão soluções integradas, utilizando a bacia como unidade de planejamento.

8 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	Segmentação na Bacia do Rio dos Sinos	*Fig 3_Segmentacao.jpg*	1:305.000	3	Segmentação da Bacia Hidrográfica em sub-bacias
4	Divisão das sub-bacias e microbacias do Rio dos Sinos	*Fig 4_Sub-bacias _microbacias.jpg*	1:300.000	4	Mapa das sub-bacias e microbacias do Rio dos Sinos
5	Altimetria na Bacia do Rio dos Sinos	*Fig.6_Altimetria.jpg*	1:300.000	6	Mapa de altimetria da Bacia
6	Hidrogeologia na Bacia do Rio dos Sinos	*Fig.8_Hidrogeologia.jpg*	1:300.000	8	Mapa hidrogeológico e de poços de captação da água subterrânea na Bacia
7	Hidrografia das sub-bacias hidrográficas do Rio dos Sinos	*Fig.12_Hidrografia.jpg*	1:300.000	12	Hidrografia das sub-bacias
8.b	Mapa do Uso de Solo e Cobertura Vegetal situação em 2002	*Fig.14_Solo_2002.jpg*	1:300.000	14	Uso do solo e cobertura vegetal – Situação no ano de 2002
9	Usos do Solo na Bacia do Rio dos Sinos 2008/2009	*Fig.15_Uso_solo_.jpg*	1:300.000	15	Usos do solo na Bacia -2008/2009
10	Uso do Solo na Bacia do Rio dos Sinos Projeto Monalisa	*Fig.17_Solo_monalisa_.jpg*	1:300.000	17	Usos do solo na Bacia -Projeto MONALISA - 2008
15	Estações pluviométricas das sub-bacias do Rio dos Sinos	*Fig.18_Estacoes_pluviom.jpg*	1:330.000	18	Estações pluviométricas das sub-bacias do Rio dos Sinos
12	Evolução da mancha urbana na Bacia do Rio dos Sinos 1967/2009	*Fig.28_Evol_mancha_urb_.jpg*	1:300.000	28	Evolução da Mancha Urbana na Bacia entre 1967-2009
	Zoneamento de usos do solo na Bacia do Rio dos Sinos	*Fig 30_ Zon_ usos_solo_ .jpg*	1:300.000	30	Zoneamento de usos do solo na Bacia
13.b	Zoneamento de usos do solo na Bacia do Rio dos Sinos LEGENDAS	*Fig 30_ Zon_ usos_solo_LEG .jpg*			
	Macrozoneamento e indicadores de urbanização	*Fig 31_Zon_ Indic_ Urb.jpg*		31	Macrozoneamento e indicadores de urbanização
	Macrozoneamento na Bacia do Rio dos Sinos	*Fig 32_Zon_Bacia.jpg*		32	Macrozoneamento na Bacia
	Microbacias de Drenagem e Zonas de Expansão Urbana na Bacia do Rio dos Sinos - CENA 1	*Fig 55_Dren_Zonas_Exp Urbana 1.jpg*		55	Expansão Urbana e Drenagem: Canoas, Esteio, Sapucaia do Sul e Nova Sta. Rita
	Microbacias de Drenagem e Zonas de Expansão Urbana na Bacia do Rio dos Sinos - CENA 2	*Fig 56_Dren_Zonas_Exp Urbana 2.jpg*		56	Expansão Urbana e Drenagem: São Leopoldo e Novo Hamburgo
	Microbacias de Drenagem e Zonas de Expansão Urbana na Bacia do Rio dos Sinos - CENA 3	*Fig 57_Dren_Zonas_Exp Urbana 3.jpg*		57	Expansão Urbana e Drenagem: Portão, Estância Velha e Campo Bom
	Microbacias de Drenagem e Zonas de Expansão Urbana na Bacia do Rio dos Sinos - CENA 4	*Fig 58_Dren_Zonas_Exp Urbana 4.jpg*		58	Expansão Urbana e Drenagem: Sapiranga, Araricá, N.Hartz, Parobé, Taquara
	Densidade demográfica e pontos críticos de alagamento na Bacia do Rio dos Sinos	*Fig 59_Dens_demog_.jpg*	1:550.000	59	Densidade demográfica e pontos críticos de alagamento na Bacia
	Distribuição de renda e pontos críticos de alagamento na Bacia	*Fig 60_Distrb_renda_pts_crít_alag.jpg*	1:550.000	60	Distribuição de renda e pontos críticos de alagamento na Bacia

Prancha	Identificação no Selo	Arquivo	Escala	RELATÓRIO	
				Fig	Nome
14	Aglomerado subnormais e situação dos setores censitários	*Fig 61_Ocup informal _detalhes .jpg*	1:490.000	61	Áreas de ocupação informal – Detalhe em diversos municípios
16	Pontos críticos de alagamentos e deslizamentos	*Fig 88_Pontos crít_ alag_desliz.jpg*	1:300.000	88	Pontos críticos de inundação ou deslizamento
17	Bairros e Locais de enchente na Bacia do Rio dos Sinos	*Fig 89_Bairros_FIDEs_.jpg*	1:550.000	89	Bairros e locais de enchente na Bacia segundo reportagens de jornais e FIDEs
18	Novas ETEs com licença de implnatação	*Fig.100_Novas ETE_.jpg*	1:300.000	100	Novas ETE's com Licença de Implantação

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, R. F. Análise de áreas susceptíveis à erosão na bacia hidrográfica do Rio dos Sinos-RS. Dissertação de Mestrado. UFRGS, 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. Sistema Hidroweb. Disponível em: http://www.hidroweb.ana.gov.br

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo Demográfico, 2010. http://www.ibge.gov.br

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID. Disponível em: http://www.mi.gov.br/defesa-civil/s2id

RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMADS). Enchentes no Estado do Rio de Janeiro- Uma Abordagem Geral. COSTA, H. (Org.). Cooperação Técnica Brasil- Alemanha. Rio de Janeiro: Projeto PLANÁGUA/SEMADS. 2001.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Habitação, Saneamento e Desenvolvimento Urbano. Plano Regional de Saneamento da Bacia Hidrográfica do Gravataí - G010. Porto Alegre: SEHADUR, 2010.

UFSC. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012, Volume Rio Grande do Sul. Florianópolis: CEPED-UFSC, 2013. 2 ed.

AESSUL. AES Sul abre o quinto posto de coleta do Recicle Mais Pague Menos [Online]. - 19 de março de 2015. - 2016 de março. – Disponível em: http://www.aessul.com.br/site/noticias/NoticiasDetalhe.aspx? id=1302

BRASIL2007. Política Nacional de Resíduos Sólidos. [Online] // Diario Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF. - 2010 de agosto de 2. – http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/lei/l12305.htm.

CANOAS2014. Plano Municipal de Gestão Integrrada de Resíduos Sólidos de Canoas [Relatório]. - Canoas, RS: Prefeitura de Canoas, Secretaria Municipal de Meio Ambiente, 2014.

CLICRBS. Reunião debate ações para eliminar lixão às margens da BR-116, em Esteio [Online] // Radar Metropolitano - Gaúcha Blog News. - 11 de novembro de 2014. - março de 2016. http://www.clicrbs.com.br/radarmetropolitano/tag/aterrosanitario/?topo=52,1,1,171,,171

CONSORCIO PRÓ-SINOS. Online // Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos.2012/ 18 de 03 de 2016. http://www.consorcioprosinos.com.br/downloads/plano_gestao_residuos_solidos_igrejinha_02082012.pdf

CONSÓRCIO PRÓ-SINOS Gestão Regionalizada de resíduos Sólidos - Consórcio Público de Saneamento Básico da bacia do Rio dos Sinos [Conferência] // 11º Seminário Nacional de resíduos Sólidos. - Brasília, DF: [s.n.], 2014.

ECOAGENCIA. Oito municípios ainda possuem lixão no Rio Grande do Sul [Online] // EcoAgencia. - 14 de outubro de 2013. - março de 2016. - http://www.ecoagencia.com.br/?open=noticias&id=VZlSXRVVONVTVFjejdUMXJFbKVVVB1TP

FERREIRA David Cafruni e CARVALHO Delmira S.M. Educação Ambiental: Desafios na Gestão Ambiental no Município de Cachoeirinha [Conferência] // 5º Forum Internacional deResíduos Sólidos. - São Leopoldo, RS: Unisinos, 2014.

FILHO Valdir Pereira Ramos consorcio prosinos [Online] // Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos. - 2012. - 18 de 03 de 2016. - http://www.consorcioprosinos.com.br/downloads/plano_gestao_residuos_solidos_esteio_02082012.pdf.

IBGE IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [Online]. - março de 2016. - http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=432000&search=rio-grande-do-sul|sapucaia-do-sul.

INSTITUTO HUMANITAS Seis municípios do Vale do Sinos não possuem Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos [Online] // Instituto Humanitas Unisinos. - 26 de fevereiro de 2015. - março de 2016. – http://www.ihu.unisinos.br/noticias/540144-seis-municipios-do-vale-do-sinos-nao-possuem-plano-de-gestao-integrada-de-residuos-solidos.

JORNAL HAMBURGESENSE Prefeitura intensifica as fiscalizações em terrenos baldios [online] // jornal hamburguense. - 16 de fevereiro de 2016. - http://www.jornaljh.com.br/?p=6326.

JORNAL JS Mais uma empresa é notificada por descarte irregular de resíduos em Sapiranga [Online] // Jornal JS. - 10 de agosto de 2015. - março de 2016. – http://jornaljssap.wixsite.com/jornaljs/single-post/2015/08/10/Mais-uma-empresa-%C3%A9-notificada-por-descarte-irregular-de-res%C3%ADduos-em-Sapiranga

JORNALVS Coleta Seletiva compartilhada de São Leopoldo vence Prêmio Gestor Público [Online] // VS. - 11 de novembro de 2015. - março de 2016. –

METROPLAN Região Metropolitana de Porto Alegre. Programa para o Desenvolvimento Racional, Recuperação e Gerenciamento ambiental da Bacia do Guaíba, - Volume Síntese. [Relatório]. - Porto Alegre: [s.n.], 1998.

MP/RS Promotoria de Justiça de Estância Velha - Ressanear- Projeto Integrado de Saneamento e Resíduos Sólidos [Relatório]. - Estancia Velha: [s.n.], 2012.

MPF MPD/RS Investiga Possível Crime Ambiental no Morro Sapucaia [Online] // Ministério Público Federal. - 2016. - março de 2016. – http://noticias.pgr.mpf.mp.br/noticias/noticias-do-site/copy_of_meio-ambiente-e-patrimonio-cultural/mpf-rs-investiga-possivel-crime-ambiental-no-morro-de-sapucaia

JORNAL O TIMONEIRO Pelo menos R$ 22 MILHÕES já empenhados em janeiro para apenas três empresas [Online] // O Timoneiro. - 25 de março de 2016. - 28 de março de 2016. http://otimoneiro.com.br/recolhimento-do-lixo-pelo-menos-r-22-milhoes-ja-empenhados-em-janeiro-para-apenas-tres-empresas/.

OLIVEIRA Lucas Kessler de CONSORCIO PROSINOS [On line] // PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. - 18 de 03 de 2016. - http://www.consorcioprosinos.com.br/downloads/plano_gestao_residuos_solidos_nova_hartz_02082012.pdf.

PGIRS_ESTEIO PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE ESTEIO [Relatório]. – Esteio;

CONSÓRCIO PÚBLICO DE SANEAMENTO BÁSICO DA BACIA DO RIO DOS SINOS - PRÓ-SINOS, 2013.

PM SAPIRANGA site da PREFEITURA DE SAPIRANGA [On line] // Prefeitura de Sapiranga - março / 2016. – http://www.sapiranga.rs.gov.br/site/home.

PMGIRS ARARICÁ Plano Municipal de Gestão Integrada do Município de Araricá [Relatório] - Araricá: [s.n.], 2012.

PMGIRS CAMPO BOM Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Campo Bom [Relatório]. - Campo Bom: [s.n.], 2012.

PMGIRS CANOAS Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Canoas - Revisão [Relatório]. - Canoas: [s.n.], 2014.

PMGIRS CARAÁ Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Municipio de Caraá [Relatório]. - Caraá: [s.n.], 2012.

PMGIRS ESTANCIA VELHA Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Municipio de Estância Velha [Relatório]. - Estancia Velha: [s.n.], 2012.

PMGIRS IGREJINHA Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Municipio de Igrejinha [Relatório]. - Igrejinha: [s.n.], 2012.

PMGIRS TAQUARA Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos [Relatório]. - Taquara: [s.n.], 2012.

PMGIRS TRES COROAS Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Três Coroas [Relatório]. - Três Coroas: [s.n.], 2012.

PMGIRS_CANOAS Plano Municipal de Gestão Integrada no Município de Canoas [Relatório]. - Canoas: [s.n.], 2012.

PMGIRS_SAPUCAIA Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Sapucaia do Sul [Relatório]. - Sapucaia do Sul: [s.n.], 2012.

PMSB CARAÁ Plano Municipal de Saneamento Básico [Relatório]. - Caraá: [s.n.], 2014.

PMSB ESTANCIA VELHA Plano Municipal de Saneamento Básico [Relatório]. - Estância Velha: [s.n.], 2014.

PMSB NOVA HARTZ Plano Municipal de Saneamento Básico de Nova Hartz [Relatório]. - Nova Hartz: [s.n.], 2014.

PMSB SAO LEOPOLDO Plano Municipal de Saneamento Básico - Relatório do Diagnóstico [Relatório]. - São Leopoldo: [s.n.], 2014.

PMSB TRES COROAS Consórcio PROSINOS [Online] // Plano Municipal de Saneamento Básico do Municipio de Tres Coroas. - 2014. - março de 2016. http://www.consorcioprosinos.com.br/downloads/TR%C3%8AS%20COROAS_PMSB_rev_0_pdf.pdf.

PMSBSINOS-Elaboração dos Planos Municipais e Regional de Saneamento Básico dos Municípios do Consórcio Pró-Sinos [Relatório]. - [s.l.] : SITUAÇÃO DOS SERVIÇOSDE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2013.

PREF CAMPO BOM Coordenação de Meio Ambiente - Central de Triagem, Compostagem, Reciclagem e Beneficiamento de Resíduos Sólidos [Online] // Município de Campo Bom. - Prefeitura Municipal de Campo Bom, 2006. - março de 2016. - http://web.campobom.rs.gov.br/amb_coletalixo.asp.

PREF CANOAS Plano Municipal de Coleta Seletiva [Relatório]. - Canoas: [s.n.], 2014.

PREF ESTEIO Pipa flagra descarte irregular de lixo [Online] //

Prefeitura de Esteio. - 12 de fevereiro de 2016. http://www.esteio.rs.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=8749:pipa-flagra-descarte-irregular-de-lixo&catid=31&Itemid=213.

PREF. CANOAS Mapa de Localização de Conteires de Resíduos [Online] // google.com. - março de 2016. –

https://www.google.com/maps/d/viewer?hl=pt-PT&t=h&msa=0&z=15&source=embed&ie=UTF8&mid=zdi9I361XDQE.ktTNgG0Ww3lQ.

PREF. CANOAS site institucional [Online] // Prefeitura Municipal de Canoas. – março/2016.

http://www.canoas.rs.gov.br.

PREF. SAPUCAIA DO SUL Mais três bairros entram no cronograma da coleta seletiva de Sapucaia [Online] // Prefeitura de Sapucaia do Sul. - 2016. - março de 2016. - http://www.sapucaiadosul.rs.gov.br/mais-tres-bairros-entram-no-cronograma-da-coleta-seletiva-de-sapucaia/.

CONSORCIO PROSINOS [online] //Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. - 2012. – 18 de 03 de 2016.

http://www.consorcioprosinos.com.br/consorcio/?c=planos-de-residuos-solidos.

RBS Lixão às margens do Rio dos Sinos contribui para a poluição das águas [Online] // Globo.com. - 2015. - março de 2016. –

http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/jornal-do-almoco/videos/t/porto-alegre/v/lixao-as-margens-do-rio-dos-sinos-contribui-para-a-poluicao-das-aguas/4146346/.

SANTOS Andrea Vargas dos Consórcio PROSINOS [Online] // PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS. - 2012. - 17 de 03 de 2016. - http://www.consorcioprosinos.com.br/downloads/plano_gestao_residuos_solidos_tres_coroas_02082012.pdf.

SINDICATO DA INDUSTRIA DE CALÇADOS Projeto Amanhã Mais Feliz [Online] // Sindicato da Indústria de Calçados, Componentes para Calçados de Três Coroas. - 2016. - 2016. http://www.sindicatotrescoroas.com.br/ecologia/.

SITE PMSLEO 2 Descarte de lixo irregular provoca incêndio e Meio Ambiente orienta moradores [Online] // Prefeitura Municipal de São Leopoldo. - 5 de março de 2016. - março de 2016.

http://www.saoleopoldo.rs.gov.br/?titulo=Not%EDcias&template=conteudo&categoria=2&codigoCategoria=2&idConteudo=2312&idNoticia=17047&tipoConteudo=INCLUDE_MOSTRA_NOTICIAS

SITE PMSLEO Coleta de pneus evita proliferação do Aedes aegypti [Online] // Prefeitura Municipal de São Leopoldo. - 16 de fevereiro de 2016. - março de 2016. - http://www.saoleopoldo.rs.gov.br/?titulo=Not%EDcias&template=conteudo&categoria=2&codigoCategoria=2&idConteudo=2312&idNoticia=16895&tipoConteudo=INCLUDE_MOSTRA_NOTICIAS.

SNIS Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2013 [Online] // SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento // Ministério das Cidades. - 2013. - março de 2016.

http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2013

SNIS Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos -2014 [Online] // SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento // Ministério das Cidades. - 2014. - março de 2015.

http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2014.