

PLANOS DE BACIA DO
DEPARTAMENTO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO

FASE A - DIAGNÓSTICO

DIAGNÓSTICO DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS VACACAÍ - VACACAÍ-MIRIM

VERSÃO 1 – OUTUBRO DE 2021

DRHS
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO RS

GOV RS
NOVAS FAÇANHAS
NO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA

Secretário do Meio Ambiente e Infraestrutura

Luiz Henrique Cordeiro Viana

Diretora Interina do Departamento de Gestão de Recursos Hídricos e Saneamento

Patricia Moreira Cardoso

Diretoria do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim (Gestão 2019-2021)

Alexandre Swarowsky
(Presidente)

João Francisco Carlexo Horn
(Vice-Presidente)

Scheila Hollveg
(Secretária Executiva)

Equipe de elaboração do Departamento de Gestão de Recursos Hídricos e Saneamento

Divisão de Planejamento e Gestão (DIPLA)

Hidróloga Amanda Fadel
(Coordenação)

Eng. Ambiental Raíza Schuster
(Chefe da DIPLA)

Esp. Geoprocessamento Fernando Scottá
(Ponto Focal)

Eng. Ambiental Carolina Menegaz

Esp. Geoprocessamento Aline Duarte Kaliski

Graduanda em Eng. Hídrica Amanda Vasconcelos

Graduanda em Eng. Hídrica Isadora Menegon

Graduando em Eng. Ambiental Rafael Paranhos

Graduando em Eng. Ambiental Thomas Brunetto

Divisão de Meteorologia, Mudanças Climáticas e Eventos Críticos (DIMETEC)

Meteorologista Adriano Battisti

Geógrafo Gustavo Rodrigues Toniolo

Divisão de Outorga (DIOUT)

Geóloga Flávia Ávila Dias

Geógrafo Luciano Brasileiro Cardone

Graduanda em Geologia Raquel Severo Celia

Graduando em Eng. Hídrica Leonardo Manera

Divisão de Saneamento (DISAN)

Eng. Ambiental Walter Lorenzo Zilio Motta Souza

Eng. Bioquímico Gabriel Timm Muller

Equipe de apoio

Leandro Hellebrandt Krüger (DIPLAN/DQA/FEPAM)

Rafael Midugno (DIPLAN/DQA/FEPAM)

Rafael Fernandes e Silva (DIMAM/DQA/FEPAM)

Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim

DRHS DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO RS

GOVERNO DO ESTADO RIO GRANDE DO SUL SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA

GOV RS NOVAS FAÇANHAS NO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA

APRESENTAÇÃO

Os **Planos de Recursos Hídricos são instrumentos de planejamento previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos** (Lei Federal nº 9.433/1997) e têm como objetivo orientar a sociedade e os órgãos gestores no que diz respeito ao uso, recuperação, proteção e conservação das águas de nosso território.

Nesse contexto, um Plano de Bacia Hidrográfica nada mais é que um plano diretor das águas de uma dada bacia, em que **são definidas as diretrizes de usos dos recursos hídricos e as medidas correlatas**. Estes planos devem ser entendidos como um instrumento de construção da visão de futuro dos diferentes atores envolvidos, e **devem se concretizar como uma resposta às preocupações, anseios e expectativas da sociedade**.

A competência para a elaboração dos planos de recursos hídricos de bacias hidrográficas, na ausência das Agências de Bacia, é das entidades gestoras dos recursos hídricos. Como ainda não foram implantadas as referidas Agências no Estado do Rio Grande do Sul, o **Departamento de Gestão de Recursos Hídricos e Saneamento** da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (DRHS/SEMA-RS), por meio da **Divisão de Planejamento e Gestão** (DIPLA), vêm acompanhando a elaboração destes planos.

Em 2018 foi criada a iniciativa de elaborar os chamados **Planos Internos do DRHS**. Estes planos são desenvolvidos pela equipe técnica do departamento, e contam com a participação dos Comitês e demais representantes sociais e institucionais da bacia. Um Plano de Bacia passa por diversas etapas até sua completa construção, dessa forma, o **DRHS estruturou o padrão para os Planos de Bacia Hidrográfica do RS em três fases**: Fase A – Diagnóstico; Fase B – Prognóstico e Enquadramento; e Fase C – Plano de Ações.

Na **Fase A – Diagnóstico**, é apresentado uma caracterização geral da bacia hidrográfica, o arcabouço legal e institucional pertinente ao assunto e os atores relevantes para a gestão dos recursos hídricos da mesma. É também nessa etapa onde são realizados os balanços hídricos quantitativos e qualitativos, apresentando como resultado final a qualidade atual dos corpos hídricos na bacia.

A **Fase B – Prognóstico e Enquadramento** é composta pelos diversos cenários possíveis de evolução da bacia hidrográfica e pelo cenário de enquadramento (o rio que podemos ter) que compreende a ponderação entre o diagnóstico da bacia (o rio que temos) e o prognóstico da bacia e os usos propostos pela sociedade (o rio que queremos). É nessa fase que também são analisadas as possibilidades de padrões máximos outorgáveis para a bacia.

Finalmente, na **Fase C – Plano de Ação**, a partir da discussão e escolhas da sociedade, são propostas, avaliadas e consolidadas ações que viabilizam o rio que queremos, ou seja, ações necessárias para atingir o enquadramento. A sustentabilidade financeira do sistema é discutida nessa fase final, de forma a viabilizar o financiamento das ações de gestão.

Este relatório apresenta o **Diagnóstico do Plano da Bacia Hidrográfica dos rios Vacacaí e Vacacaí Mirim (PBH Vacacaí e Vacacaí-Mirim).**

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim, por ter contribuído para a construção e pelo bom andamento dos trabalhos até então. Agradecemos também ao Prof. Fernando Meirelles, diretor do Departamento na gestão 2015-2018, por acreditar no potencial dos técnicos da Divisão de Planejamento e Gestão no processo de elaboração de Planos de Bacia pela própria equipe da SEMA-RS, e ao Eng. Paulo Paim, diretor do Departamento na gestão 2019-2021, por confiar e dar andamento ao projeto. Por fim, agradecemos ao Eng. Rafael Kayser pelo apoio no processamento da modelagem dos balanços quali-quantitativo e implementação do modelo WARM-GIS, desenvolvido em sua dissertação de mestrado.

SUMÁRIO

1 SITUAÇÃO DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS VACACAÍ E VACACAÍ MIRIM 20

1.1 Marcos e bases legais da gestão de recursos hídricos 20

1.1.1 Marcos legais no âmbito Federal 20

1.1.2 Marcos Legais no âmbito Estadual 24

1.1.3 Situação do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica dos rios Vacacaí e Vacacaí Mirim 26

1.2 Identificação de planos, estudos e projetos setoriais correlacionados aos recursos hídricos 31

1.2.1 Planos 31

1.2.2 Estudos 33

1.3 Avaliação do desenvolvimento social relativo à gestão de recursos hídricos na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí e Vacacaí Mirim 53

2 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA CONSIDERANDO ASPECTOS FÍSICOS, BIÓTICOS E SOCIOECONÔMICOS 54

2.1 Localização 54

2.2 Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGs) 56

2.3 Hidrografia 59

2.4 Geomorfologia 63

2.5 Sistemas aquíferos 67

2.5.1 Unidades Aquíferas do Embasamento 69

2.5.2 Unidades Aquíferas Sedimentares da Bacia do Paraná 70

2.5.3 Unidade Aquífera Vulcânica da Bacia do Paraná 72

2.5.4 Lineamentos e densidade de drenagem 73

2.6 Clima, precipitação e evaporação 77

2.7 Solos 87

2.6.3. Erosão e Assoreamento de cursos de Água 94

2.8 Uso e ocupação do solo 98

2.8.1 Áreas de interesse especial 105

2.9 Eventos críticos 129

2.10 Segurança de barragens 134

2.11 Demografia 139

2.12 Dinâmica econômica 145
2.12.1 Economia dos municípios 146
2.12.2 Produção agrícola 148
2.12.3 Criação animal 152
2.12.4 Atividade industrial 153
2.12.5 Mineração 157
2.12.6 Atividade pesqueira e aquicultura 160
2.12.7 Turismo e lazer 162
2.12.8 Navegação 165
2.12.9 Geração de energia 165
2.13 Saneamento básico 166
2.13.1 Abastecimento de Água Potável 166
2.13.2 Esgotamento Sanitário 178
2.13.3 Manejo de Resíduos Sólidos 183
2.13.4 Drenagem e Manejo das Águas Pluviais 187

3 CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DA REDE DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVA DOS RECURSOS HÍDRICOS 189

3.1 Panorama geral e avaliação da rede de monitoramento superficial 189
3.1.1 Rede de precipitação pluvial e evaporação 191
3.1.2 Rede fluviométrica 197
3.1.3 Rede sedimentométrica 201
3.1.4 Rede de qualidade da água 202
3.1.5 Avaliação do monitoramento por unidade de área 207
3.2 Panorama geral e avaliação da rede de monitoramento subterrânea 208
3.3 Rede de monitoramento prevista 211
3.4 Pontos de monitoramento 212
3.4.1 Pontos de monitoramento da CORSAN 213
3.4.2 Pontos de monitoramento de pesquisas da UFSM 217
3.4.3 Pontos de monitoramento do projeto Saúde da Água (Fundação MO'Ã) 220

4 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS 221

4.1 Caracterização da infraestrutura hídrica 221
4.1.1 Transposição 221

4.1.1 Perímetro de irrigação 222
4.2 Disponibilidade hídrica superficial 225
4.2.1 Disponibilidade hídrica quantitativa 225
4.2.2 Disponibilidade hídrica qualitativa 233
4.3 Disponibilidade hídrica subterrânea 240
4.3.1 Análise de dados quali-quantitativo dos poços da região 241
4.3.2 Avaliação das áreas de recarga 250
4.3.3 Estimativa de disponibilidade hídrica 253

5 AVALIAÇÃO DO QUADRO ATUAL DOS USOS DA ÁGUA, DAS DEMANDAS HÍDRICAS ASSOCIADAS E FONTES DE POLUIÇÃO 255

5.1 Usos regularizados 257
5.1.1 Usos de água regularizados 257
5.1.2 Fontes poluidoras regularizadas 271
5.2 Usos não consuntivos 277
5.3 Usos consuntivos 280
5.3.1 Uso para abastecimento de água 280
5.3.2 Uso da produção agrícola 286
5.3.3 Uso para criação animal 294
5.3.4 Uso industrial 302
5.3.5 Uso para atividade de mineração 305
5.4 Fontes poluidoras 308
5.4.1 Lançamentos de esgotamento sanitário 309
5.4.2 Lançamentos da atividade industrial 312
5.4.3 Poluição difusa da produção agrícola 316
5.4.4 Poluição difusa da criação animal 316
5.5 Síntese dos usos de água e fontes poluidoras 317
5.5.1 Resumo dos usos de água 317
5.5.2 Resumo das fontes poluidoras 324

6 BALANÇO ENTRE AS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS AVALIADAS 328

6.1 Balanço hídrico na situação confortável 328
6.2 Balanço hídrico na situação crítica 330
6.3 Balanço na situação de estiagem histórica 333

6.4 Indicadores de escassez 335
6.4.1 Índice de Retirada de Água – IRA (Water Exploitation Index) 335
6.4.2 Índice de comprometimento hídrico – ICH 336
6.4.3 Comprometimento parâmetro de outorga (SIOUT RS) 336

7 CLASSIFICAÇÃO ATUAL DA QUALIDADE DOS CORPOS HÍDRICOS 337

7.1 Critérios utilizados na classificação de qualidade da água 337
7.2 Balanço hídrico qualitativo 339

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO DIAGNÓSTICO 346

8.1 Sobre as informações geradas 346
8.2 Sobre os dados 353
8.3 Oportunidades para a Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim 354

ANEXOS 355

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Limite das Regiões Hidrográficas e das bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul 54
Figura 2: Limites da BHVVM e municípios inseridos na bacia 55
Figura 3: Unidades de Planejamento e Gestão da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí Vacacaí-Mirim 57
Figura 4: Drenagem da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim. 61
Figura 5: Detalhe da localização dos exutórios dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim 62
Figura 6: Drenagem simplifica da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim 63
Figura 7: Províncias geológicas do Rio Grande do Sul (Wildner e Lopes). *O corte A-A' representa o perfil característico da BHVVM (*Figura 8*)* 65
Figura 8: Seção esquemática A-A' dos domínios geomorfológicos que ocorrem na BHVVM. Modificado de Dantas *et al.*. 66
Figura 9: Sistemas aquíferos que ocorrem na BHVVM e sua produtividade aquífera. Modificado de Machado e Freitas. 68
Figura 10: Distribuição percentual dos aquíferos na Bacia dos Rios Vacacaí - Vacacaí-Mirim agrupados por possibilidade aquífera (Adaptado de Kirchheim e Agra, 2011) 68
Figura 11: Mapa de densidade de lineamentos e localização de poços na BHVVM. 75
Figura 12: Mapa de densidade de drenagem (cor vermelha identifica zonas de maior densidade e cor azul, as zonas de menor densidade) 77
Figura 13: Precipitação acumulada média anual entre 1990 e 2019 (ERA5) 80
Figura 14: Evapotranspiração acumulada média anual entre 1990 e 2019 81
Figura 15: Evapotranspiração potencial acumulada média anual entre 1990 e 2019 82
Figura 16: Escoamento superficial e subsuperficial acumulado médio anual entre 1990 e 2019 83
Figura 17: Temperatura média anual entre 1990 e 2019 86
Figura 18: Direção e intensidade do vento, a partir de valores médios mensais (INMET Santa Maria 1981-2010) 87
Figura 19: Disponibilidade hídrica do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí Vacacaí-Mirim, conforme o PronaSolos 88
Figura 20: Mapa das declividades da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí Vacacaí-Mirim 89
Figura 21: Mapa dos tipos de solos encontrados na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí Vacacaí-Mirim 90
Figura 22: Potencial Erosivo da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí Vacacaí-Mirim, gerado por Facini, 2019. 98
Figura 23: Uso do Solo na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí para o ano de 2018 (adaptado do MapBiomas) 104
Figura 24: Áreas de Preservação Permanente na bacia hidrográfica 108
Figura 25: RBMA na bacia dos rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim 113
Figura 26: Inserção do Corredor Ecológico da Quarta Colônia na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim 114
Figura 27: Unidades de conservação na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim 116
Figura 28: Representação geográfica das Terras Indígenas, Quilombolas e Assentamentos de Reforma Agrária na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim (os números e letras identificados estão descritos no texto) 118
Figura 29: Geossítio Buriol[1]: A) Afloramento da Formação Santa Maria, contendo fósseis. B) Dente de fóssil. 123
Figura 30: Geossítio Pedreira Quadrada[1]: A, B e C) Pedreira - Formação Serra Geral, sill de rochas vulcânicas em diversos ângulos e escalas. 124
Figura 31: Geossítio Pedra do Segredo: A) Vista da face oeste da Pedra do Segredo. B) Caverna Percival Antunes. 125
Figura 32: Geossítio Minas do Camaquã - Cava Uruguai. Cava gerada pela extração. Fotografia: Anderson Fetter/Agência RBS. Retirado de Peixoto (2017). 125
Figura 33: Espacialização das barragens classificadas conforme os níveis de prioridade na BHVVM 136
Figura 34: Densidade populacional na BHVVM 141
Figura 35: Processos minerários registrados na ANM por substância minerada na BHVVM 157

Figura 36: Locais de pesca identificados na BHVVM 161
Figura 37: Locais de turismo e lazer identificados na BHVVM 164
Figura 38: Balsa de São Lourenço, no rio Jacuí, no município de Cachoeira do Sul, nas proximidades da BHVVM[170] 165
Figura 39: Sistema de Abastecimento de Água nos municípios da Bacia 170
Figura 40: Localização das Estações de Tratamento de Esgoto na bacia hidrográfica 182
Figura 41: Aterro Sanitário em Santa Maria e Áreas remediadas ou em processo de remediação na Bacia 186
Figura 42: Rede de monitoramento na BHVVM 190
Figura 43: Estações pluviométricas com mais de 10 anos de dados na região da BHVVM (os números indicam a estação apresentada no Gráfico 25) 196
Figura 44: Distribuição das estações fluviométricas na bacia (os números indicam a estação apresentada no Gráfico 26) 200
Figura 45: Localização do monitoramento de qualidade da água na BHVVM (os números indicam a estação apresentada no Quadro 64) 206
Figura 46: Mapeamento das estações de monitoramento de água subterrânea na BHVVM 209
Figura 47 - Poços de Monitoramento do projeto RIMAS. 210
Figura 48: Localização da estação de monitoramento meteorológico prevista 212
Figura 49: Localização dos pontos de monitoramento da CORSAN (ETA's, poços e captações), pesquisas da UFSM e do Projeto Saúde da Água (Fundação MO'Ã) 213
Figura 50: Sistema de Abastecimento de Água de Santa Maria 222
Figura 51: Sistemas de Irrigação do Rio Vacacaí e do Arroio das Canas 224
Figura 52: Vazão média anual ($Q_{média\ anual}$) nos cursos hídricos da BHVVM 227
Figura 53: Disponibilidade hídrica (Q90) nos cursos hídricos da BHVVM 227
Figura 54: Usos da água doce possíveis para cada Classe da Resolução CONAMA nº 357/2005. 233
Figura 55: Localização dos pontos de monitoramento utilizados para avaliação da disponibilidade hídrica qualitativa 236
Figura 56: Conceitos, descrição e fórmula das variáveis utilizadas nesta avaliação. 241
Figura 57: Mapa de localização dos poços cadastrados. 242
Figura 58: Diagrama de Piper com a classificação das amostras 249
Figura 59: Mapa potenciométrico do Rio São Sepé e Arroio Santa Bárbara 251
Figura 60: Mapa de isóbatas do Alto Vacacaí 251
Figura 61: Mapa da superfície potenciométrica do Alto Vacacaí 252
Figura 62: Mapa das isóbatas do Rio Vacacaí Mirim 252
Figura 63: Mapa de superfície potenciométrica do Rio Vacacaí Mirim 253
Figura 64: Conceitos, descrição e fórmula das variáveis utilizadas nesta avaliação. 254
Figura 65: Usuários de água da bacia (adaptado de ANA[67]) 255
Figura 66: Esquematização dos usos consuntivos 256
Figura 67: Usos registrados na BHRM por finalidade 258
Figura 68: Usos outorgados na BHRM por finalidade e fonte de captação 260
Figura 69: Localização dos empreendimentos licenciados pela FEPAM 273
Figura 70: Localização dos lançamentos licenciados pela FEPAM 275
Figura 71: Áreas com aplicação de agrotóxicos 276
Figura 72: Toxicidade dos agrotóxicos aplicados na região 277
Figura 73: Usos não consuntivos identificados na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Vacacaí Mirim. 278
Figura 74: Registro de desassoreamento na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Vacacaí Mirim. 279
Figura 75: Localização dos pontos de lançamento de efluentes sanitários 311
Figura 76: Proporção da demanda de água por finalidade para cada UPG no mês de julho (menor demanda total) na BHVVM 318
Figura 77: Proporção da demanda de água por finalidade para cada UPG no mês de novembro (segunda maior demanda total) na BHVVM 319
Figura 78: Vazão remanescente para a situação confortável (mês de julho) na BHVVM 329

Figura 79: Estresse hídrico para a situação confortável (mês de julho) na BHVVM 330
Figura 80: Vazão remanescente para a situação crítico (mês de novembro) na BHVVM 331
Figura 81: Estresse hídrico para a situação crítica (mês de novembro) na BHVVM 332
Figura 82: Vazão remanescente para a situação de estiagem histórica (março de 2005) na BHVVM 333
Figura 83: Estresse hídrico para uma situação de estiagem histórica (março de 2005) na BHVVM 334
Figura 84: Classificação da Demanda Bioquímico de Oxigênio (DBO), segundo CONAMA nº357/2005 na BHVVM 339
Figura 85: Classificação de OD, segundo CONAMA nº357/2005 na BHVVM 340
Figura 86: Classificação de Coliformes Termotolerantes, segundo CONAMA nº357/2005 na BHVVM 342
Figura 87: Classificação de Fósforo total (Ptotal), segundo CONAMA nº357/2005 na BHVVM 343
Figura 88: Classificação de Nitrogênio amoniacal , segundo CONAMA nº357/2005 na BHVVM 345

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Comparativo da competência dos Comitês de Bacia nas diferentes esferas normativas 28
Quadro 2: Comparativo da forma de composição dos Comitês de Bacia conforme os sistemas Federal e Estaduais de Recursos Hídricos 29
Quadro 3: Composição atual do Comitê Vacacaí – Vacacaí-Mirim 30
Quadro 4: Relação da situação dos planos municipais relacionados a recursos hídricos nos municípios da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim 33
Quadro 5: Estudos e pesquisas já realizados na área de influência da BH Vacacaí - Vacacaí-Mirim 35
Quadro 6: Relatórios técnicos realizados na área de influência da BH Vacacaí - Vacacaí-Mirim 48
Quadro 7: Municípios inseridos na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim 56
Quadro 8: Unidades de Planejamento e Gestão e suas respectivas áreas e municípios 57
Quadro 9: Principais cursos hídricos existentes na BHVVM e respectiva extensão 60
Quadro 10: Precipitação (mm) em cada mês: média de 30 anos; valores dos pontos dentro da bacia com os mínimos e máximos médios anuais; mínimos e máximos em um ano, médios para toda a área da bacia e anos de ocorrência destes 83
Quadro 11: Evapotranspiração (mm) em cada mês: média de 30 anos; valores dos pontos dentro da bacia com os mínimos e máximos médios anuais; mínimos e máximos em um ano, médios para toda a área da bacia e anos de ocorrência destes 84
Quadro 12: Evapotranspiração potencial (mm) em cada mês: média de 30 anos; valores dos pontos dentro da bacia com os mínimos e máximos médios anuais; mínimos e máximos em um ano, médios para toda a área da bacia e anos de ocorrência destes. 84
Quadro 13: Escoamento superficial e subsuperficial (mm) em cada mês: média de 30 anos; valores dos pontos dentro da bacia com os mínimos e máximos médios anuais; mínimos e máximos em um ano, médios para toda a área da bacia e anos de ocorrência destes 84
Quadro 14: Aptidão agrícola dos solos e principais culturas na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí Vacacaí-Mirim .93
Quadro 15: Valores atribuídos ao Fator K para cada classe de solo. 96
Quadro 16: Fator de uso e manejo do solo (fator C) para a bacia 97
Quadro 17. Distribuição da área conforme classes de usos e ocupação atual do solo na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí Vacacaí-Mirim 100
Quadro 18: Distribuição da área conforme classes de usos e ocupação atual do solo por UPG na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí Vacacaí-Mirim 102
Quadro 19: Benefícios da cobertura vegetal para os recursos hídricos 106
Quadro 20: Quantitativo de Áreas de Preservação Permanente para cada UPG 108
Quadro 21: Terras indígenas na bacia 119
Quadro 22: Comunidades quilombolas identificadas nos municípios da bacia 119
Quadro 23: Assentamentos localizados na bacia 120
Quadro 24: Relação dos geossítios do Geoparque Quarta Colônia presentes na área da BHVVM 122

Quadro 25: Relação dos geossítios do Geoparque Guaritas - Minas do Camaquã presentes na área da BHVVM. . 127
Quadro 26: Quantidade e porcentagem em cada município relativa ao total de desastres na bacia 130
Quadro 27: Algumas informações do diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (DMAPU),a partir do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) 131
Quadro 28: Critérios de classificação das barragens adotados no Estado do Rio Grande do Sul (incluindo a BHVVM) para fins de definição de prioridade de vistoria técnica 135
Quadro 29: Distribuição das alturas e volumes das barragens que se enquadram na PNSB no âmbito da BHVVM 135
Quadro 30: Categorização das anomalias em magnitudes segundo complexidade do problema 137
Quadro 31: Resumo das barragens vistoriadas pela DIOUT e Fiscalização em 2019 138
Quadro 32: População dos municípios da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim e seus distritos estimada para o ano de 2019 139
Quadro 33: População dos municípios inserida na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim estimada para o ano de 2019 140
Quadro 34: População dos municípios da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim distribuída nas UPGs 143
Quadro 35: PIB dos municípios da bacia hidrográfica e suas participações no PIB da região. 146
Quadro 36: Participação dos municípios nos VAB setoriais. 148
Quadro 37: Principais culturas agrícolas temporárias dos municípios da bacia 149
Quadro 38: Principais culturas agrícolas permanentes dos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí – Vacacaí-Mirim 150
Quadro 39: Principais rebanhos dos municípios da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim 152
Quadro 40: Divisões da indústria mais significativas para os municípios da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim 156
Quadro 41: Comercialização de minério da Bacia Vacacaí Vacacaí-Mirim, por município e substância minerada em 2019 159
Quadro 42: Pontos utilizados como pesqueiros na pesca artesanal na Bacia Vacacaí Vacacaí-Mirim 161
Quadro 43: Pontos turísticos ou de lazer na Bacia Vacacaí Vacacaí-Mirim 163
Quadro 44: Pontos de geração de energia na Bacia Vacacaí Vacacaí-Mirim. 166
Quadro 45: Prestador de serviço e índices de atendimento total e urbano para abastecimento de água nos municípios da BHVVM 166
Quadro 46: Consumo médio per capita, a tarifa média de água e os índices de hidrometração e perdas na distribuição nos municípios da BHVVM 168
Quadro 47: Captações superficiais e subterrâneas nos municípios da Bacia 171
Quadro 48: Estações de Tratamento de Água nos municípios da Bacia 177
Quadro 49- Sistemas de esgotamento sanitário existentes nos municípios da Bacia 178
Quadro 50: Composição dos sistemas de coleta e tratamento de efluentes sanitários dos municípios da Bacia do Vacacaí - Vacacaí-Mirim 180
Quadro 51: Estações de Tratamento de Esgoto dos municípios da Bacia 181
Quadro 52: Tarifa média dos esgotos, índices de atendimento total e urbano e de coleta e tratamento de esgotos dos municípios da BHVVM 183
Quadro 53: Manejo dos resíduos sólidos nos municípios da Bacia 184
Quadro 54: Destino dos resíduos sólidos urbanos dos municípios da Bacia 186
Quadro 55: Áreas remediadas ou em processo de remediação na Bacia 187
Quadro 56: Sistemas de DMAPU nos municípios da Bacia 187
Quadro 57: Canais artificiais, soluções naturais, parques lineares e cursos d'água nas áreas urbanas dos municípios 188
Quadro 58: Tipos e quantidade de estações na região da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí-Vacacaí Mirim 190
Quadro 59: Estações pluviométricas em operação na região da BHVVM 192
Quadro 60: Panorama geral da rede fluviométrica 198
Quadro 61: Estações Fluviométricas em operação na BHVVM 201

Quadro 62: Estatísticas descritivas da concentração de sedimentos em suspensão (mg/l) medidas nas estações de Passo das Tunas e São Sepé Montante 202
Quadro 63: Estações de qualidade e respectivos cursos hídricos e operadores (responsável) 203
Quadro 64: Estações de monitoramento de qualidade da água e respectivos parâmetros 205
Quadro 65: Recomendações de densidade de estações (área por estação) e resolução temporal das medidas, segundo WMO e ANA, para cada tipo de monitoramento 207
Quadro 66: Avaliação da rede de monitoramento para cada UPG e bacia completa 208
Quadro 67: Estatísticas descritivas do nível da água nos poços de monitoramento da rede RIMAS/CPRM 210
Quadro 68: Monitoramento dos pontos de captação (ID) correspondentes às ETAs da CORSAN 214
Quadro 69: Frequência de análises do monitoramento dos pontos de captação das ETAs da CORSAN 214
Quadro 70: Pontos de monitoramento ambiental de corpos receptores 216
Quadro 71: Poços tubulares de abastecimento monitorados pela CORSAN 217
Quadro 72: Pontos de monitoramento com dados de nível (N), vazão (Q) e sedimentos (Qs) 218
Quadro 73: Pontos de monitoramento de qualidade da água 219
Quadro 74: Principais parâmetros e quantidade de análises. 220
Quadro 75: Localização dos pontos, quantidade e período de amostras 221
Quadro 76: Localização, período e frequência de medição dos pluviômetros e dos sensores de nível 221
Quadro 77: Cadastros de uso da água do Conságua identificados no SIOUT RS 224
Quadro 78: Métricas de calibração e validação na modelagem hidrológica realizada. 226
Quadro 79: Área de drenagem, Q90 anual e mensais, vazões médias anual e mensais para os exutórios dos principais cursos hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim 228
Quadro 80: Pontos de monitoramento utilizados na descrição da condição de qualidade das águas dos recursos hídricos. 234
Quadro 81: Classe de qualidade para os pontos de monitoramento 240
Quadro 82: Conceitos, descrição e fórmula das variáveis utilizadas nesta avaliação. 241
Quadro 83: Número de amostras com dados conforme parâmetros monitorados nos poços cadastrados, para o sistema aquífero Aquitardos Permianos 242
Quadro 84: Número de amostras com dados conforme parâmetros monitorados nos poços cadastrados, para o sistema aquífero Basalto/Botucatu 243
Quadro 85: Número de amostras com dados conforme parâmetros monitorados nos poços cadastrados, para o sistema aquífero Guarani – Unidade Botucatu 244
Quadro 86: Número de amostras com dados conforme parâmetros monitorados nos poços cadastrados, para o sistema aquífero Guarani - Unidade Sanga do Cabral/Piramboia 245
Quadro 87: Número de amostras com dados conforme parâmetros monitorados nos poços cadastrados, para o sistema aquífero Guarani - Unidade Santa Maria 245
Quadro 88: Número de amostras com dados conforme parâmetros monitorados nos poços cadastrados, para o sistema aquífero Palermo/Rio Bonito 246
Quadro 89: Número de amostras com dados conforme parâmetros monitorados nos poços cadastrados, para o sistema aquífero Palermo/Rio Bonito e Embasamento Cristalino II 247
Quadro 90: Número de amostras com dados conforme parâmetros monitorados nos poços cadastrados, para o sistema aquífero Serra Geral II 247
Quadro 91: Diagrama de Piper com a classificação das amostras 249
Quadro 92: Resultados das amostras 249
Quadro 93: Coeficientes de retorno para cada finalidade 256
Quadro 94 Quantitativo de registros de uso da água 259
Quadro 95: Quantitativo das outorgas de uso da água 261
Quadro 96: Volume outorgado para reservação de água em açudes e barragens, conforme finalidade e UPG 265
Quadro 97: Vazão superficial outorgada, conforme finalidade e UPG 266
Quadro 98: Vazão subterrânea outorgada, conforme finalidade e UPG 268
Quadro 99: Empreendimentos com licença de operação vigente 272

Quadro 100: Características dos lançamentos de efluentes registrados na bacia hidrográfica, conforme valores máximos licenciados 274
Quadro 101: Classe dos agrotóxicos aplicados na BHVVM 276
Quadro 102: Toxicidade dos agrotóxicos 277
Quadro 103: Usos não consuntivos identificados na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Vacacaí Mirim. 278
Quadro 104: Usos per capita, perdas e demandas urbana, rural e total nos municípios da Bacia 282
Quadro 105: Comparativo entre as demandas de abastecimento superficial 284
Quadro 106: Consumo de água superficial nos municípios da bacia 285
Quadro 107: Demanda de água para irrigação das culturas 286
Quadro 108: Demandas mensais para irrigação de cada cultura da Bacia Hidrográfica dos rios Vacacaí e Vacacaí Mirim 287
Quadro 109: Retiradas médias anuais para irrigação de cada cultura da Bacia Hidrográfica dos rios Vacacaí e Vacacaí Mirim por UPG 289
Quadro 110: Demanda de água para criação animal 295
Quadro 111: Demanda de água para criação animal por UPG (m³/s) 296
Quadro 112: Retirada de água para criação animal por UPG (m³/s) 299
Quadro 113: Consumo de água para criação animal por UPG (m³/s) 301
Quadro 114: Demandas por divisão industrial em cada UPG 303
Quadro 115: Vazão de retirada outorgada por usuário de uso industrial 304
Quadro 116: Vazão do consumo estimado por usuário de uso industrial 305
Quadro 117: Concentrações de efluentes para cada tipo de sistema de esgotamento sanitário 309
Quadro 118: Demanda e vazão efluente para cada um dos municípios que lança seus efluentes na bacia 310
Quadro 119: Vazões de efluentes dos sistemas de esgotamento sanitário dos municípios que lançam seus efluentes na bacia 310
Quadro 120: Localização dos pontos de lançamento dos efluentes na bacia 312
Quadro 121: Dados dos lançamentos de efluentes provenientes de atividades industriais na bacia 315
Quadro 122: Cargas por hectare para cada classe de uso do solo 316
Quadro 123: Cargas dos parâmetros por UPG da produção agrícola 316
Quadro 124: Carga dos parâmetros para as criações animais 317
Quadro 125: Cargas dos parâmetros por UPG da criação animal 317
Quadro 126: Demanda mensal, total e média anual para cada UPG 319
Quadro 127: Retirada mensal, total e média anual para cada UPG 321
Quadro 128: Consumo mensal, total e média anual para cada UPG 322
Quadro 129: Resumo dos lançamentos pontuais por UPG conforme parâmetros 325
Quadro 130: Resumo dos lançamentos difusos por UPG conforme parâmetros 325
Quadro 131: Porcentagem da extensão dos cursos hídricos conforme o estresse hídrico para o situação confortável (mês de julho) na BHVVM 330
Quadro 132: Porcentagem da extensão dos cursos hídricos conforme o estresse hídrico para a situação mais crítica (mês de novembro) na BHVVM 332
Quadro 133: Porcentagem da extensão dos cursos hídricos conforme o estresse hídrico para a situação mais crítica (mês de novembro) na BHVVM 334
Quadro 134: Índice de retirada de água para os exutórios das UPGs da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí Vacacaí Mirim 335
Quadro 135: Índice de comprometimento hídrico para os exutórios das UPGs da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim 336
Quadro 136. Porcentagem dos compartimentos de Fósforo total e Nitrogênio total para o esgotamento sanitário e para a atividade industrial 338
Quadro 137. Porcentagem dos compartimentos de Fósforo total e Nitrogênio total para a produção agrícola 338
Quadro 138. Porcentagem dos compartimentos de Fósforo e Nitrogênio para a criação animal 338
Quadro 139: Porcentagem da extensão em cada classe de qualidade da água para o parâmetro DBO na BHVVM 340

Quadro 140: Porcentagem da extensão em cada classe de qualidade da água para o parâmetro OD na BHVVM 341
Quadro 141: Porcentagem da extensão em cada classe de qualidade da água para o parâmetro Coliformes Termotolerantes na BHVVM 341
Quadro 142: Porcentagem da extensão em cada classe de qualidade da água para o parâmetro Fósforo total (Ptotal) na BHVVM 343
Quadro 143. Classificação do Nitrogênio Amoniacal nos pontos de monitoramento da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim 344
Quadro 144: Porcentagem da extensão em cada classe de qualidade da água para o parâmetro Nitrogênio amoniacal na BHVVM 345

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Dias com precipitação maior ou igual a 1, 5, 10, 15 ,35 e 50 mm (INMET Santa Maria 1981-2010) 85
Gráfico 2: Períodos sem precipitação com 3, 5, e 10 dias consecutivos (INMET Santa Maria 1981-2010) 86
Gráfico 3: Temperatura média, máxima e mínima médias, e máxima e mínima absolutas em cada mês (INMET Santa Maria 1961-2010) 87
Gráfico 4: Composição em área das classes de uso e ocupação por UPG da bacia 103
Gráfico 5: Ocupação das Áreas de Preservação Permanente de Declividade na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí–Vacacaí-Mirim 109
Gráfico 6: Ocupação das Áreas de Preservação Permanente de Cursos d'água na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí–Vacacaí-Mirim 110
Gráfico 7: APPs nos principais cursos de água 111
Gráfico 8: Ocorrência relativa de cada tipo de desastre na BHVVM 129
Gráfico 9: Prejuízo relativo, porcentagem, de cada tipo de desastre em cada setor econômico 132
Gráfico 10: Distribuição da população (habitantes) da bacia nos municípios que a compõe 142
Gráfico 11: Distribuição da população nas UPGs da bacia 143
Gráfico 12: Distribuição da população dos municípios nas UPGs da bacia 145
Gráfico 13: Distribuição da população das UPGs em urbana e rural 145
Gráfico 14: VAB por setor de atividade econômica nos municípios da bacia 147
Gráfico 15: Contribuição dos municípios nas lavouras temporárias da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí – Vacacaí-Mirim 150
Gráfico 16: Contribuição dos municípios nas lavouras permanentes da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí – Vacacaí-Mirim 152
Gráfico 17: Criação animal dos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí – Vacacaí-Mirim 153
Gráfico 18: Distribuição do número de trabalhadores da indústria dos municípios da bacia por divisão 154
Gráfico 19: Distribuição do número de trabalhadores nas divisões da indústria por município da bacia 155
Gráfico 20: Composição das substâncias mineradas pelos municípios na bacia 158
Gráfico 21: Índices de atendimento de água nos municípios da Bacia 167
Gráfico 22: Consumos médios *per capita* e perdas na distribuição de água registrados nos municípios da Bacia .169
Gráfico 23: Composição do Sistema de Esgotamento Sanitário dos municípios da Bacia 179
Gráfico 24: Taxas de cobertura do serviço de coleta de resíduos domiciliares nos municípios da Bacia 185
Gráfico 25: Disponibilidade de dados de precipitação. 197
Gráfico 26: Disponibilidade de dados fluviométricos (vazão e nível) na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí-Vacacaí Mirim 201
Gráfico 27 - Série temporal dos pontos de monitoramento de nível subterrâneo na BHVVM 211
Gráfico 28: Curvas de permanência nos exutórios das UPGs da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim 229
Gráfico 29: Parte inferior do hidrograma no exutório da bacia hidrográfica do Rio Vacacaí 231
Gráfico 30: Parte inferior do hidrograma no exutório da bacia hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim 232
Gráfico 31: classificação dos parâmetros nos 12 pontos de monitoramento, conforme frequência de ocorrência 239

Gráfico 32: Quantitativo dos registros e das outorgas emitidas, conforme a finalidade de uso da água. 262
Gráfico 33: Quantitativo dos registros no SISAGUA do consumo humano, conforme fonte e forma de abastecimento. 262
Gráfico 34: Histograma de frequência dos volumes de reservação e das vazões superficiais e subterrâneas registrados 264
Gráfico 35: Volumes de reservação em açudes e barragens (em m³) nos registros e outorgas de uso da água, conforme a finalidade 265
Gráfico 36: Vazão superficial (em m³/s) nos registros e outorgas de uso da água, conforme a finalidade 266
Gráfico 37: Vazão subterrânea (em m³/dia) nos registros e outorgas de uso da água, conforme a finalidade 267
Gráfico 38: Composição da fonte hídrica superficial dos registros de uso da água 269
Gráfico 39: Composição do total de vazão média outorgada para fontes hídricas superficiais 269
Gráfico 40: Composição da fonte hídrica subterrânea dos registros de uso da água 270
Gráfico 41: Composição do total de vazão média outorgada para fontes hídricas subterrâneas 270
Gráfico 42: Proporção da fonte hídrica por finalidade de uso da água, conforme outorgas emitidas 271
Gráfico 43: Demanda para consumo humano nos municípios da Bacia 281
Gráfico 44: Demanda urbana e rural para consumo humano nos municípios da Bacia 281
Gráfico 45: Retiradas de água superficial nos municípios da bacia para abastecimento 285
Gráfico 46: Consumo de água superficial nos municípios da bacia para abastecimento 286
Gráfico 47: Demanda média mensal para produção agrícola estimada em cada UPG (m³/s) 288
Gráfico 48: Distribuição dos cadastros de uso da água para produção agrícola nas UPGs por natureza da intervenção 289
Gráfico 49: Retirada mensal estimada para produção agrícola na bacia hidrográfica (m³/s) 290
Gráfico 50: Vazões para produção agrícola em cada UPG a partir dos cadastros no SIOUT RS (m³/s) 291
Gráfico 51: Vazões de retirada mensal estimadas e registradas no SIOUT RS para produção agrícola (m³/s) 292
Gráfico 52: Vazões de retirada consideradas para o balanço hídrico do Plano (m³/s) 293
Gráfico 53: Consumo mensal para produção agrícola na bacia hidrográfica (m³/s) 294
Gráfico 54: Demanda de água para criação animal por UPG (m³/s) 297
Gráfico 55: Distribuição das demandas hídricas por tipo de animal 297
Gráfico 56: Distribuição dos cadastros de uso da água para criação animal nas UPGs por natureza da intervenção 298
Gráfico 57: Retirada de água para criação animal por UPG (m³/s) 300
Gráfico 58: Consumo para criação animal por UPG na bacia hidrográfica (m³/s) 302
Gráfico 59: Demanda industrial em cada UPG (m³/s) 303
Gráfico 60: Retirada industrial em cada UPG (m³/s) 304
Gráfico 61: Consumo industrial em cada UPG (m³/s) 305
Gráfico 62: Demanda por substância minerada em cada UPG (m³/dia) 306
Gráfico 63: Demanda para atividade de mineração em cada UPG (m³/s). 306
Gráfico 64: Retirada para atividade de mineração em cada UPG (m³/s). 307
Gráfico 65: Consumo para atividade de mineração em cada UPG (m³/s). 307
Gráfico 66: Vazões dos lançamentos industriais em cada UPG (m³/s). 313
Gráfico 67: Proporção das demandas de água por finalidade para cada UPG no mês de julho (situação confortável) 320
Gráfico 68: Proporção das demandas de água por finalidade para cada UPG no mês de novembro (situação crítica) 320
Gráfico 69: Proporção das retiradas de água por finalidade para cada UPG no mês de julho (situação confortável) 321
Gráfico 70: Proporção das retiradas de água por finalidade para cada UPG no mês de novembro (situação crítica) 322
Gráfico 71: Proporção dos consumos de água por finalidade para cada UPG no mês de julho (situação confortável) 323

Gráfico 72: Proporção dos consumos de água por finalidade para cada UPG no mês de novembro (situação crítica) 323
Gráfico 73: Demanda, retirada e consumo médios em m³/s e respectivas proporções por UPG 324
Gráfico 74: Composição das vazões de lançamentos conforme atividade e UPG 324
Gráfico 75: Composição da carga de DBO de lançamentos conforme atividade e UPG 326
Gráfico 76: Composição da carga de Coliformes (Coli.) de lançamentos conforme atividade e UPG 326
Gráfico 77: Composição da carga de Fósforo (P) de lançamentos conforme atividade e UPG 327
Gráfico 78: Composição da carga de Nitrogênio (N) de lançamentos conforme atividade e UPG 327

SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ANM: Agência Nacional de Mineração
APA: Área de Proteção Ambiental
APP: Área de Preservação Permanente
BHVVM: Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim
CAPPA: Centro de Apoio à Pesquisa Paleontológica
CFEM: Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais
CNAE: Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNRH: Conselho Nacional de Recursos Hídricos
COMDEC: Coordenação Municipal da Defesa Civil
CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente
CORSAN: Companhia Riograndense de Saneamento
CPRM: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CRH: Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul
DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio
DIMAM: Divisão de Monitoramento do DQA/FEPAM
DIOUT: Divisão de Outorga do DRHS/SEMA-RS
DIPLA: Divisão de Planejamento e Gestão do DRHS/SEMA-RS
DIPLAN: Divisão de Planejamento do DQA/FEPAM
DISAN: Divisão de Saneamento do DRHS/SEMA-RS
DMAPU: Drenagem e Manejo de Águas Pluviais
DNPM: Departamento Nacional de Pesquisa Mineral
DQA: Departamento de Qualidade Ambiental da FEPAM
DQO: Demanda Química de Oxigênio
DRH: atual DRHS-RS
DRHS-RS: Departamento de Gestão de Recursos Hídricos e Saneamento da SEMA-RS
EMATER/ASCAR: Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural/Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural
ETE: Estação de Tratamento de Esgoto
FEPAM: Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler do Rio Grande do Sul
FUNAI: Fundação Nacional do Índio
IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INCRA: Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IRGA: Instituto Riograndense do Arroz
ISA: Instituto Socioambiental
MPF: Ministério Público Federal
OD: Oxigênio Dissolvido
PERH-RS: Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul
PIB: Produto Interno Bruto
PMSB: Plano Municipal de Saneamento Básico
PNRH: Política Nacional de Recursos Hídricos
PROGRAMA VIGIÁGUA: Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
Q_{90}: Quantidade de água (vazão) que pode ser garantida em um trecho de rio em 90% do tempo
$Q_{média\ anual}$: Quantidade de água (vazão) que em média passa em um trecho de rio ao longo do ano
RAIS: Relação Anual de Informações Sociais

RBMA: Reserva da Biosfera da Mata Atlântica
RIMAS: Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas
RPPN: Reserva Particular do Patrimônio Natural
SAA: Sistema de Abastecimento de Água
SAC: Solução Alternativa Coletiva
SAI: Solução Alternativa Individual
SEMA-RS: Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul
SENGE: Sindicato dos Engenheiros do Rio Grande do Sul
SERH: Sistema Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul
SEUC-RS: Sistema Estadual de Unidades de Conservação
SIAGAS: Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
SINGERH: Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SIOUT RS: Sistema de Outorga do Rio Grande do Sul
SISAGUA: Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
SISAUTO: Sistema de Automonitoramento de Efluentes Líquidos Industriais
SNIS: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNUC: Sistema Nacional de Unidades de Conservação
TI: Terra Indígena
UC: Unidade de Conservação
UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSM: Universidade Federal de Santa Maria
UNISINOS: Universidade do Vale do Rio do Sinos
UNESCO: Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura
UPG: Unidade de Planejamento e Gestão
VAB: Valor Adicionado Bruto
WMO: World Meteorologial Organization
ZA: Zona de Amortecimento

1 Situação da gestão de recursos hídricos na Bacia Hidrográfica dos rios Vacacaí e Vacacaí Mirim

1.1 Marcos e bases legais da gestão de recursos hídricos

1.1.1 Marcos legais no âmbito Federal

Em 8 de janeiro de 1997 foi sancionada a Lei nº 9.433[1] que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGERH), a conhecida Lei das Águas. Esse ato concretizou a decisão do país de enfrentar, com um instrumento inovador e moderno, o desafio de equacionar o aumento da demanda de água diante do crescimento urbano, industrial e agrícola, dos potenciais conflitos de usos gerados pela relação entre disponibilidade hídrica e demanda e do preocupante avanço da degradação ambiental de corpos hídricos.

Os fundamentos da referida lei, em seu artigo 1°, apontam para a água como um bem de domínio público, com reservas limitadas e por isso dotado de valor econômico, no qual em situações de escassez deve-se priorizar o consumo humano e a dessedentação animal. Sua gestão deve ser descentralizada, com garantias de participação do Poder Público, usuários e comunidades, e orientada aos usos múltiplos abarcando a agricultura, a irrigação, a indústria, o consumo humano dentre outros usos. Destaca-se que a bacia hidrográfica é a unidade territorial destinada para a implantação da PNRH e atuação do SINGERH.

Os objetivos da PNRH encontram-se em seu artigo 2° e consistem em assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos usos pretendidos; exigir que a utilização dos recursos hídricos seja feita de forma racional e integrada, visando o desenvolvimento sustentável; prevenir e defender a população contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou emanados do uso inadequado dos recursos hídricos e incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais.

A imposição de diretrizes gerais, previstas no artigo 3°, torna-se indispensável para que a implementação da PNRH aconteça de forma eficaz. Essas diretrizes são dispostas da seguinte forma: gestão sistemática dos recursos hídricos, sem segmentação dos aspectos quantidade e qualidade; adequação da gestão hídrica às diversidades regionais do País; integração entre a gestão hídrica e a gestão ambiental; planejamento articulado dos recursos hídricos com o dos setores usuários e com o planejamento regional, estadual e nacional e com o uso do solo; e a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras. Para tanto, há a necessidade de implantação dos instrumentos de gestão preconizados na Lei, os quais são fortemente independentes e complementares do ponto de vista conceitual. De acordo com o artigo 5°, são instrumentos da PNRH os Planos de Recursos Hídricos, o enquadramento dos corpos de água em classes, a outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos, a cobrança pelo seu uso e o sistema de informações sobre recursos.

Dessa maneira, entende-se que o Plano de Recurso Hídrico de bacia hidrográfica é o elemento estruturante e integrador que visa fundamentar e orientar a implementação da

[1] BRASIL. Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

PNRH no que concerne a bacia hidrográfica, definindo os usos prioritários e o programa de investimento para o desenvolvimento, recuperação e conservação dos recursos hídricos. Ou seja, o Plano de Bacia constitui a referência técnica-científica capaz de qualificar as deliberações no âmbito dos Comitês de Gerenciamento de Bacias Hidrográficas[2]. Estes planos devem atender às particularidades da bacia em questão, tanto em relação à ordem social quanto em relação à ordem cultural, ambiental e econômica. Devem também prever metas e soluções de curto, médio e longo prazo através de ações estruturais (obras) e não estruturais (gestão), com o objetivo de dirimir os problemas da bacia.

O estabelecimento de diretrizes complementares para elaboração dos Planos de Recursos Hídricos é apresentado nas Resoluções do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Assim, o escopo do plano é definido pela Resolução CNRH nº 145/2012[3] e pela Resolução CNHR nº 22/2002[4], sendo a última específica para águas subterrâneas. De acordo com a Resolução CNRH nº 145/2012:

> *Art. 2º Os Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas são instrumentos de gestão de recursos hídricos de longo prazo, previstos na Lei nº 9.433, de 1997, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos, que visam fundamentar e orientar a implementação das Políticas Nacional, Estaduais e Distrital de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos no âmbito das respectivas bacias hidrográficas.*
> *Art. 7º No processo de elaboração dos Planos de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica deverão ser considerados as diretrizes do Plano Nacional, o(s) Plano(s) Estadual (is) de Recursos Hídricos e outros Planos de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica existentes na sua área de abrangência.*
> *Art. 8º Os Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas devem considerar os demais planos, programas, projetos e estudos existentes relacionados à gestão ambiental, aos setores usuários, ao desenvolvimento regional, ao uso do solo, à gestão dos sistemas estuarinos e zonas costeiras, incidentes na área de abrangência das respectivas bacias hidrográficas.*
> *Art. 9º As condições de exutório definidas no Plano de Recursos Hídricos de uma Sub-Bacia Hidrográfica deverão estar compatibilizadas com o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Principal.*
> *Art. 10º Os Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas deverão ser constituídos pelas etapas de diagnóstico, prognóstico e plano de ações, contemplando os recursos hídricos superficiais e subterrâneos e estabelecendo metas de curto, médio e longo prazo e ações para seu alcance, observando o art. 7º da Lei nº 9.433, de 1997.*
> *§1º - Os Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas serão elaborados a partir dos dados secundários disponíveis, sem prejuízo da utilização de dados primários.*
> *§ 2º - O conteúdo de cada Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica deverá ser estabelecido em Termo de Referência específico, construído a partir da articulação entre a entidade gestora de recursos hídricos e o Comitê de Bacia, quando ele existir, considerando as especificidades da bacia hidrográfica.*
> *Art. 11º O Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos deverá incluir, no mínimo, os seguintes aspectos:*
> *I – caracterização da bacia hidrográfica considerando aspectos físicos, bióticos, socioeconômicos, políticos e culturais.*
> *II – caracterização da infraestrutura hídrica;*
> *III – avaliação do saneamento ambiental;*
> *IV - avaliação quantitativa e qualitativa das águas superficiais e subterrâneas;*

[2] AFFONSO, A.; MACIEL, J. Comissão Especial para tratar da Bacia do Rio dos Sinos. Porto Alegre. 2012.
[3] CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução Nº 145, de 12 de dezembro de 2012. Estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e dá outras providencias.
[4] CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução Nº 22, de 24 de maio de 2002. Dispõe sobre os Planos de Recursos Hídricos.

V - avaliação do quadro atual dos usos da água e das demandas hídricas associadas;
VI – balanço entre as disponibilidades e demandas hídricas avaliadas;
VII – caracterização e avaliação da rede de monitoramento quali-quantitativa dos recursos hídricos;
VIII - identificação de áreas sujeitas à restrição de uso com vistas à proteção dos recursos hídricos;
IX – avaliação do quadro institucional e legal da gestão de recursos hídricos, estágio de implementação da política de recursos hídricos, especialmente dos instrumentos de gestão;
X - identificação de políticas, planos, programas e projetos setoriais que interfiram nos recursos hídricos;
XI – caracterização de atores relevantes para a gestão dos recursos hídricos e dos conflitos identificados.
Art. 12º A etapa de Prognóstico deverá propor cenários futuros, compatíveis com o horizonte de planejamento, devendo abranger, no mínimo, os seguintes aspectos:
I – a análise dos padrões de crescimento demográfico e econômico e das políticas, planos, programas e projetos setoriais relacionados aos recursos hídricos;
II – proposição de cenário tendencial, com a premissa da permanência das condições demográficas, econômicas e políticas prevalecentes, e de cenários alternativos;
III – avaliação das demandas e disponibilidades hídricas dos cenários formulados;
IV – balanço entre disponibilidades e demandas hídricas com identificação de conflitos potenciais nos cenários;
V – avaliação das condições da qualidade da água nos cenários formulados com identificação de conflitos potenciais;
VI - as necessidades e alternativas de prevenção, ou mitigação das situações críticas identificadas;
VII – definição do cenário de referência para o qual o Plano de Recursos Hídricos orientará suas ações.
Art. 13º O Plano de Ações visa a mitigar, minimizar e se antecipar aos problemas relacionados aos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, de forma a promover os usos múltiplos e a gestão integrada, devendo compreender, no mínimo:
I - definição das metas do plano;
II - ações ou intervenções requeridas, organizadas em componentes, programas e subprogramas, com justificativa, objetivos, executor, investimentos, fontes possíveis de recursos, prazo de implantação;
III - prioridades e cronograma de investimentos;
IV - diretrizes para os instrumentos de gestão;
V - arranjo institucional ou recomendações de ordem institucional para aperfeiçoamento da gestão dos recursos hídricos e para implementação das ações requeridas;
VI - recomendações de ordem operacional para a implementação do plano;
VII - indicadores que permitam avaliar o nível de implementação das ações propostas;
VIII – recomendações para os setores usuários, governamental e sociedade civil.
Art. 14º O Plano de Recursos Hídricos deverá ser orientado por uma estratégia de implementação que compatibilize os recursos financeiros com as ações previstas, bem como a sustentabilidade hídrica e operacional das intervenções previstas.
Art. 15º A periodicidade da revisão do Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica deverá ser estabelecida considerando o horizonte de planejamento, as especificidades da bacia hidrográfica e deverá ser baseada na avaliação de sua implementação podendo sofrer emendas complementares, corretivas ou de ajuste.

A Resolução CNRH nº 22/2002 estabelece sobre águas subterrâneas nos Planos de Bacia:

Art. 1º Os Planos de Recursos Hídricos devem considerar os usos múltiplos das águas subterrâneas, as peculiaridades de função do aquífero e os aspectos de qualidade e quantidade para a promoção do desenvolvimento social e ambientalmente sustentável.
Art. 2º Os Planos de Recursos Hídricos devem promover a caracterização dos aquíferos e definir as inter-relações de cada aquífero com os demais corpos hídricos superficiais e subterrâneos e com o meio ambiente, visando à gestão sistêmica, integrada e participativa das águas. Parágrafo único.

No caso de aquíferos subjacentes a grupos de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas, os Comitês deverão estabelecer os critérios de elaboração, sistematização e aprovação dos respectivos Planos de Recursos Hídricos, de forma articulada.

Art. 3º As informações hidro geológicas e os dados sobre as águas subterrâneas necessários à gestão integrada dos recursos hídricos devem constar nos Planos de Recursos Hídricos e incluir, no mínimo, por aquífero:

I – a caracterização espacial;

II – o cômputo das águas subterrâneas no balanço hídrico;

III – a estimativa das recargas e descargas, tanto naturais quanto artificiais;

IV – a estimativa das reservas permanentes explotáveis dos aquíferos;

V – caracterização físico, química e biológica das águas dos aquíferos;

VI – as devidas medidas de uso e proteção dos aquíferos.

Art. 4º Os Planos de Recursos Hídricos, elaborados por bacia, devem contemplar o monitoramento da quantidade e qualidade dos recursos dos aquíferos, com os resultados devidamente apresentados em mapa e a definição mínima da:

I – rede de monitoramento dos níveis d'água dos aquíferos e sua qualidade;

II – densidade dos pontos de monitoramento; e,

III – frequência de monitoramento dos parâmetros.

Art. 5º As ações potencialmente impactantes nas águas subterrâneas, bem como as ações de proteção e mitigação a serem empreendidas, devem ser diagnosticadas e previstas nos Planos de Recursos Hídricos, incluindo-se medidas emergenciais a serem adotadas em casos de contaminação e poluição acidental.

Parágrafo único. O diagnóstico, a que se refere o caput, deve incluir:

I - descrição e previsão da estimativa de pressões socioeconômicas e ambientais sobre as disponibilidades;

II - estimativa das fontes pontuais e difusas de poluição;

III - avaliação das características e usos do solo; e

IV - análise de outros impactos da atividade humana relacionadas às águas subterrâneas.

Art. 6º Os Planos de Recursos Hídricos devem explicitar as medidas de prevenção, proteção, conservação e recuperação dos aquíferos com vistas a garantir os múltiplos usos e a manutenção de suas funções ambientais.

§ 1º Os Planos de Recursos Hídricos devem conter resumo das medidas, programas e prazos de realização para o alcance dos objetivos propostos;

§ 2º A criação de áreas de uso restritivo poderá ser adotada como medida de alcance dos objetivos propostos;

§ 3º As medidas propostas devem ser atualizadas a cada revisão do Plano de Recursos Hídricos;

§ 4º O Plano de Recursos Hídricos subsequente deve conter:

I - resumo das medidas tomadas;

II - resultados alcançados; e

III - avaliação das medidas que não tenham atingido os objetivos propostos.

§ 5º Os objetivos definidos deverão contemplar grupo de bacias ou sub-bacias contíguas ressalvadas as disposições estabelecidas na legislação pertinente.

Da análise das Resoluções CNRH n°145 e n° 22 entende-se que a elaboração de um Plano de Bacia necessita de uma série de informações e dados que tenham consistência suficiente para embasar uma tomada de decisão que irá definir os usos da água e as ações para a compatibilização entre uso e conservação, considerando os prognósticos existentes. Por outro lado, as resoluções citam o uso de dados secundários, portanto, é possível realizar um Plano de Bacia com base em dados secundários existentes, mas prevendo-se que o Plano será atualizado e revisado, sendo que no Plano subsequente deverá ser realizada uma análise crítica do que não foi atingido na proposição inicial.

Outro instrumento de gestão de recursos hídricos é o enquadramento dos corpos hídricos que consiste no estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com seus usos. A Resolução CNRH n°91/2008[5] "dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos." que é uma das etapas do Plano. É importante citar as Resoluções CONAMA n° 357/2005[6] que "dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento" e a CONAMA n° 396/2008[7] que "dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências". É a partir dos parâmetros de qualidade estabelecidos nessas normativas que se conseguirá enquadrar um corpo de água.

Usos de recursos hídricos são aquelas atividades que provocam alterações no regime, na quantidade ou na qualidade da água, tais como, captação para abastecimento humano e irrigação, geração de energia hidroelétrica, lançamento de efluentes, dentre outras. Nesse sentido, a outorga de direito tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo desses usos e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. Cabe a cada usuário solicitar ao órgão gestor estadual de recursos hídricos a sua autorização para utilizar a água, ou seja, a sua outorga. A partir da outorga, de acordo com as definições do Comitê e vinculadas à execução do Plano de Bacia, o usuário poderá ser cobrado monetariamente pela parcela de água à que foi autorizado ao uso. Essa cobrança pelo uso tem a pretensão de reconhecer a água como um bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor, incentivando seu uso racional. O objetivo mais comum e efetivo é o de obtenção de parte dos recursos financeiros para o financiamento de programas e intervenções contemplados nos Planos de Bacia.

Os dados gerados, tanto pelos Planos de bacias hidrográficas quanto pelos Planos Nacional e Estaduais de Recursos Hídricos, irão compor o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos. Esse sistema visa reunir, dar consistência e divulgar as informações dos recursos hídricos, atualizar os dados sobre disponibilidade e demanda e fornecer subsídios para os próprios Planos.

1.1.2 Marcos Legais no âmbito Estadual

No âmbito estadual, no RS, destaca-se que iniciativas tanto de cunho governamental quanto sociais estabelecem antecedentes importantes e que confluíram numa mobilização ampla e sólida no sentido da modernização da gestão dos recursos hídricos a partir, efetivamente, da segunda metade da década de 1980. À medida que se formulava um modelo de gerenciamento, baseado em estudos das experiências estrangeiras em matéria de gestão das águas (França, Alemanha, Inglaterra, Estados Unidos), a própria realidade questionava sua adequação às situações e problemas concretos. Em pouco tempo, ficou clara a necessidade de um suporte institucional e legal mais abrangente e poderoso – uma lei e um sistema institucional – que fizesse o Estado assumir sua responsabilidade no gerenciamento dos

[5] CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução Nº 91, de 05 de novembro de 2008. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos.
[6] CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
[7] CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução Nº 396, de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

recursos hídricos, adotando uma política pública para as águas[8].

Dessa forma, em 1981, o governo gaúcho cria, mediante decreto, um Sistema Estadual de Recursos Hídricos (SERH), sendo instituído pelo art. 171° da Constituição Gaúcha[9]. Esse artigo estabelece a bacia hidrográfica como unidade de gestão e planejamento, incluindo critérios de outorga, acompanhamento, fiscalização e tarifação do uso dos recursos hídricos. Esse mesmo artigo regulamenta a Lei nº 10.350[10], de 30 de dezembro de 1994, que aperfeiçoa o SERH. De acordo com a Resolução n° 08/2002[11] do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH) diversas instâncias integram o SERH, dentre elas o Departamento de Recursos Hídricos – DRH (atual Departamento de Gestão de Recursos Hídricos e Saneamento - DRHS), com a função de elaborar os Planos de Bacia até que sejam instituídas as Agências de Região Hidrográfica; e os Comitês de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica, que devem acompanhar e aprovar o Plano de Bacia e propor ao CRH o enquadramento dos corpos de água da sua bacia hidrográfica em classes de uso e conservação com base nos estudos elaborados no referido plano. Com relação aos Comitês de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica, a Resolução CNRH n° 145/2012 define que:

> *Art. 3º Cabe aos Comitês de Bacias Hidrográficas no âmbito de suas competências:*
> *I - decidir pela elaboração dos respectivos Planos de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica;*
> *II - promover a articulação do arranjo técnico, operacional e financeiro necessário à elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica;*
> *III - acompanhar os trabalhos durante a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica;*
> *IV – aprovar os Planos de Recursos Hídricos.*

Na Lei n° 10.350/1994 está previsto a criação de Comitês de Gerenciamento de bacias, que é uma entidade deliberativa que congrega não só os governos eleitos democraticamente, mas também os usuários e a sociedade civil organizada. Assim, segundo seu art. 19°, cabe aos Comitês:

> *I - Encaminhar ao Departamento de Recursos Hídricos a proposta relativa à bacia hidrográfica, contemplando, inclusive, objetivos de qualidade, para ser incluída no anteprojeto de lei do Plano Estadual de Recursos Hídricos;*
> *II - Conhecer e manifestar-se sobre o anteprojeto de lei do Plano Estadual de Recursos Hídricos previamente ao seu encaminhamento ao Governador do Estado;*
> *III - aprovar o Plano da respectiva bacia hidrográfica e acompanhar sua implementação;*
> *IV - Apreciar o relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos do Rio Grande do Sul;*
> *V - Propor ao órgão competente o enquadramento dos corpos de água da bacia hidrográfica em classes de uso e conservação;*
> *VI - aprovar os valores a serem cobrados pelo uso da água da bacia hidrográfica;*
> *VII - realizar o rateio dos custos de obras de interesse comum a serem executadas na bacia hidrográfica;*
> *VIII - aprovar os programas anuais e plurianuais de investimentos em serviços e obras de interesse da bacia hidrográfica tendo por base o Plano da respectiva bacia hidrográfica;*
> *IX - Compatibilizar os interesses dos diferentes usuários da água, dirimindo, em primeira instância, os eventuais conflitos.*

[8] CÁNEPA, E. M. et al. (2004) Os Comitês de Bacia no Rio Grande do Sul: Formação, Dinâmica de Funcionamento e Perspectivas. Disponível em: <http://www.abes-rs.org.br/rechid/comites-2.htm>. Acesso em: 25 set. 2018.
[9] RIO GRANDE DO SUL. Constituição do Estado do Rio Grande do Sul de 3 de Outubro de 1989.
[10] RIO GRANDE DO SUL. Lei nº 10350, de 30 de dezembro de 1994. Institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, regulamentando o artigo 171 da Constituição do Estado do Rio Grande do Sul.
[11] CONSELHO DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução nº 08, de 19 de novembro de 2002. Institui as Agências de Região Hidrográfica no estado do Rio Grande do Sul, regulamentando ao artigo 20 da Lei Estadual nº 10.350 de 30 de dezembro 1994.

Assim, resta claro que os Comitês são atores fundamentais na elaboração, acompanhamento e na aprovação dos Planos de Bacia, sendo que as metodologias empregadas na sua execução devem contemplar essa participação. Também é o Comitê quem decide pela elaboração do seu plano. Por lógica, apenas quando o Comitê de Bacia entender que está em condições de promover a articulação entre os diferentes atores, realizar o acompanhamento dos trabalhos, e estar suficientemente articulado para implantar as ações de melhoria na bacia hidrográfica, é que deve demandar a realização do Plano. A participação da sociedade na elaboração do Plano é de extrema relevância e cabe ao Comitê realizar a articulação política para mobilização dos representantes da sociedade para a elaboração do Plano.

1.1.3 Situação do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica dos rios Vacacaí e Vacacaí Mirim[12]

No mês de fevereiro do ano de 1994 houve uma grande cheia no rio Vacacaí-Mirim junto ao Distrito de Arroio Grande, município de Santa Maria. Por iniciativa do Engenheiro Agrônomo e Conselheiro do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), Sr. Loreno Côvolo, acompanhado do presidente da Câmara de Vereadores de Santa Maria, Sr. Vicente de Paulo Bisogno e do Vereador Jaime Homrish, realizou-se uma visita no local. No mês seguinte foi realizado um painel na Câmara de Vereadores para debater, com toda comunidade interessada, o problema de enchentes e secas do rio Vacacaí-Mirim. A solução encontrada foi a criação de um Comitê de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica, de acordo com o projeto de Lei nº 286/1994. Em 26 de junho de 1994 aprovou-se a criação do Comitê Vacacaí-Mirim e constituição de uma comissão provisória, a qual apresentou a primeira versão do Estatuto, que foi aprovado e remetido ao do governador do Estado, através da presidência da Câmara de Vereadores de Santa Maria.

Porém, apenas em 10 de junho de 1997, durante uma assembleia promovida pela comissão provisória, o Conselho de Recursos Hídricos, apresentou sua proposta de criação de um Comitê de dupla bacia, formado pelas bacias hidrográficas dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim. Resultando na aprovação da proposta e criação de uma segunda comissão provisória para estudar e definir o perfil do novo Comitê proposto. Após uma ampla discussão, em maio de 1998 concluiu definitivamente o perfil do Comitê, quanto ao número e distribuição das vagas em grupos e categorias. Abriu-se, por meio da publicação do Edital de cadastramento de entidades, em 10 de novembro de 1998, a possibilidade de participação da primeira plenária do futuro Comitê, com 90 entidades inscritas e 77 habilitadas. A eleição das entidades que formariam o comitê ocorreu em 22 de abril de 1999, ocorrendo em 28 de julho de 1999 a publicação do Decreto nº 39.63913, o qual cria o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim. No dia 16 de setembro de 1999, foi eleita a primeira diretoria do Comitê, tendo como presidente o Engenheiro Agrônomo Loreno Côvolo e o Vice-Presidente Engenheiro Civil Roberto Antônio Bolsson.

A primeira reunião Ordinária do Comitê de Gerenciamento da Bacia do Hidrográfica dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim aconteceu no dia 14 de dezembro de 1999, na Universidade Federal de Santa Maria. O presidente Loreno Côvolo dirigiu-se aos presentes com a seguinte

[12] Item elaborado em conjunto com o Comitê de Bacia, a partir de registros históricos do CBH Vacacaí - Vacacaí-Mirim.
[13] Criado pelo Decreto nº 39.639 de 28/07/1999, alterado pelo Decreto nº 44.015 de 13/09/2005 e pelo Decreto nº 54.554 de 04/04/2019.

conclamação: "Construímos uma família - A dos Fundadores, com diferentes interesses, afinal é um jogo natural, porém com propósitos e objetivos convergentes comuns à luz da Lei. Vamos começar bem esta caminhada, que não é de um, nem de um grupo, mas é de toda comunidade aqui representada ou não. Conclamamos, portanto, a todos, que nos unamos em torno destes propósitos e objetivos comuns, com espírito elevado, evidenciando assim o respeito mútuo. Vamos buscar juntos nossos objetivos e soluções. Vamos dar o melhor de nós por esta causa. Este é o nosso propósito à testa desta Entidade, que é nova, porque muito teremos que inovar no trato dos nossos recursos hídricos, face à realidade que hoje está a desafiar a todos. Fica aqui consignado nosso propósito de acertar, apostando sem dúvida, com a estimável contribuição de todos representativamente integram este Comitê, pautando pela dedicação, coerência e muito trabalho voltado para o bem comum." Com a presença de 30 entidades titulares e 7 suplentes, aprovaram o primeiro Regimento Interno[14], Plano de Trabalho e trataram sobre os convênios que fariam futuramente.

A seguir, no Quadro 1, são apresentadas as competências dos Comitês de Bacias nas esferas nacional, estaduais e no decreto de instituição do Comitê. Também é apresentado no Quadro 2 um comparativo da forma de composição que os Comitês de Bacia devem seguir conforme os sistemas federal e estadual. Por fim, o Quadro 3 apresenta a composição atual do Comitê da Bacia Hidrográfica.

[14] Aprovado no CRH em 24 de maio de 2000, e alterado pela Resolução CRH nº 243, de 25 de outubro de 2017.

Quadro 1: Comparativo da competência dos Comitês de Bacia nas diferentes esferas normativas

Lei nº 9.433/1997 Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos	Lei nº 10.350/1994 Institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos do RS (atribuição)	Decreto nº 39.639/1999 Cria o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacai e Vacacai-Mirim
> Promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes; > Arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos; > Aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia; > Acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas; > Propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes; > Estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados; > Estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.	> Aprovar os valores a serem cobrados pelo uso da água da bacia hidrográfica; > Realizar o rateio dos custos de obras de interesse comum a serem executadas na bacia hidrográfica; > Compatibilizar os interesses dos diferentes usuários da água, dirimindo, em primeira instância, os eventuais conflitos. > Encaminhar ao DRHS a proposta relativa à bacia hidrográfica, contemplando, inclusive, objetivos de qualidade, para ser incluída no anteprojeto de lei do Plano Estadual de Recursos Hídricos; > Conhecer e manifestar-se sobre o anteprojeto de lei do Plano Estadual de Recursos Hídricos previamente ao seu encaminhamento ao Governador do Estado; > Aprovar o Plano da respectiva bacia hidrográfica e acompanhar sua implementação; > Apreciar o relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos do Rio Grande do Sul; > Propor ao órgão competente o enquadramento dos corpos de água da bacia hidrográfica em classes de uso e conservação; > Aprovar os programas anuais e plurianuais de investimentos em serviços e obras de interesse da bacia hidrográfica tendo por base o Plano da respectiva bacia hidrográfica.	> Cumprir com as atribuições da Lei nº 10.350/1994

Quadro 2: Comparativo da forma de composição dos Comitês de Bacia conforme os sistemas Federal e Estaduais de Recursos Hídricos

Lei nº 9.433/1997 –Federal	Lei nº 10.350/1994 - RS
> Representantes da União; > Representantes dos Estados e do Distrito Federal cujos territórios se situem, ainda que parcialmente, em suas respectivas áreas de atuação; > Representantes dos Municípios situados, no todo ou em parte, em sua área de atuação; > Representantes dos usuários das águas de sua área de atuação; > Representantes das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia. IMPORTANTE > O número de representantes de cada setor mencionado bem como os critérios para sua indicação serão estabelecidos nos regimentos dos comitês, limitada a representação dos poderes executivos da União, Estados, Distrito Federal e Municípios à metade do total de membros. > Nos Comitês de Bacia Hidrográfica de bacias de rios fronteiriços e transfronteiriços de gestão compartilhada, a representação da União deverá incluir um representante do Ministério das Relações Exteriores. > A participação da União nos Comitês de Bacia Hidrográfica com área de atuação restrita a bacias de rios sob domínio estadual, dar-se-á na forma estabelecida nos respectivos regimentos. > Nos Comitês de Bacia Hidrográfica de bacias cujos territórios abranjam terras indígenas devem ser incluídos representantes: - Fundação Nacional do Índio (FUNAI), como parte da representação da União. - Comunidades indígenas ali residentes ou com interesses na bacia	> Representantes dos usuários da água, cujo peso de representação deve refletir, tanto quanto possível, sua importância econômica na região e o seu impacto sobre os corpos de água (40% de votos); > Representantes da população da bacia, seja diretamente provenientes dos poderes legislativos municipais ou estaduais, seja por indicação de organizações e entidades da sociedade civil (40% de votos); > Representantes dos diversos órgãos da administração direta federal e estadual, atuantes na região e que estejam relacionados com os recursos hídricos, excetuados aqueles que detêm competências relacionadas à outorga do uso da água ou licenciamento de atividades potencialmente poluidoras (20% de votos).

Quadro 3: Composição atual do Comitê Vacacaí – Vacacaí-Mirim

Grupos	Setor	Número de membros[15]	Entidade representante[16] (membros titulares e respectivos suplentes)
Usuários da Água	Abastecimento Público	2	T1: Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) T2: São Gabriel Saneamento S/A S1: S2:
	Esgotamento Sanitário	2	T1: CORSAN T2: S1: S2:
	Resíduos Sólidos	2	T1: Companhia Riograndense De Valorização De Resíduos (CRVR) T2: Prefeitura Municipal de Formigueiro S1: S2:
	Drenagem	1	T1: Prefeitura Municipal de Santa Maria S1: Instituto de Planejamento de Santa Maria (IPLAN)
	Produção Rural	5	T1: Sindicato Rural de Santa Maria T2: Sindicato Rural de São Sepé T3: Sindicato dos Trabalhadores Rurais de São Sepé T4: T5: S1: S2: S3: S4: S5:
	Indústria	1	T1: Cotrisel – Cooperativa Tritícola Sepeense Ltda S1:
	Lazer e Turismo	1	T1: S1:
População	Legislativos Estadual e Municipal	1	T1: Câmara de Vereadores de Santa Maria S1
	Associações Comunitárias	1	T1: Cooperativa de Resíduos Inservíveis Reciclados (CRIR) S1: 94º Grupo de Escoteiros Melvin Jones
	Clubes de Serviços Comunitários	1	T1: S1:
	Instituições de Ensino Superior ou Técnico, Pesquisa Científica ou Extensão	3	T1: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) T2: Instituto Riograndense do Arroz (IRGA) T3: Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) S1: Universidade Franciscana (UFN) S2: S3:
	Organizações Ambientalistas	1	T1: Grupo Bandeirantes da Serra S1: Fundação MO'Ã
	Associações de Profissionais	2	T1: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRhidro) T2: Associação Profissional Sul-Brasileira De Geólogos (APSG) S1: Sociedade de Engenharia do RS (SERGS) S2: Sociedade Santamariense dos Engenheiros Florestais (SOSEF)

[15] *Conforme composição na Resolução CRH-RS nº 327/2019.*
[16] *Conforme processo eleitoral de 2021.*

Grupos	Setor	Número de membros[15]	Entidade representante[16] (membros titulares e respectivos suplentes)
	Organizações Sindicais	2	T1: Sindicato dos Engenheiros no estado do Rio Grande do Sul (SENGE) T2: Sindicato dos Trabalhadores nas Indústrias de Purificação e Distribuição e Água e em Serviços de Esgoto do Estado do Rio Grande do Sul (SINDIÁGUA/RS) S1: S2:
	Comunicação	1	T1: S1:
	Associações de municípios	1	T1: S1:
	Categoria Especial das Comunidades Tradicionais	1	T1: S1:
Órgãos Estaduais e Federais			Secretaria Estadual de Saúde Comando Ambiental da Brigada Militar Secretaria da Agricultura Pecuária e Desenvolvimento Rural (SEAPDR) - Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA)
Grupo especial (sem direto a voto)			Associação dos Engenheiros Agrônomos de São Sepé Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM) Assentamento Estadual Carlos Mariguela

Ressalta-se a não existência de entidades eleitas para a representação de Lazer e Turismo, Clubes de Serviços Comunitários, Comunicação, Associações de municípios e Categoria Especial das Comunidades Tradicionais, e de algumas representações que não possuem suplentes, o que pode comprometer a representação com representatividade dentro do Comitê.

A partir da posse da plenária atual (2019-2021), foi iniciado o controle de presença dos membros. Nas primeiras 3 reuniões da gestão, a média de participação foi de 26 presentes, sendo que o número de vagas de titulares no Comitê totaliza 30, mais 3 do grupo especial. Com destaque para as entidades que estiveram presentes nas três reuniões: CORSAN, Prefeitura Municipal de Formigueiro, Prefeitura Municipal de Santa Maria, Sindicato Rural de Santa Maria, Sindicato Rural de São Sepé, Câmara de Vereadores de Santa Maria, 94º Grupo de Escoteiros Melvin Jones, IRGA, EMATER, Fundação MO'Ã, SENGE, Gaúchas Coxilha Verde, Comando Ambiental da Brigada Militar e Assentamento Estadual Carlos Mariguela.

1.2 Identificação de planos, estudos e projetos setoriais correlacionados aos recursos hídricos

1.2.1 Planos

Com o objetivo de identificar os planos existentes correlacionados aos recursos hídricos, foi realizada uma pesquisa junto aos seguintes documentos das referidas Prefeituras: Plano Plurianual (PPA), Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e Plano Diretor (PD).

A Lei nº 14.026/2020[17] atualizou as diretrizes nacionais e princípios para a universalização do acesso ao saneamento básico. De acordo com a legislação, todos os municípios devem elaborar um PMSB, que deve contemplar, minimamente, os quatro serviços básicos: Abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas. A existência do PMSB permite que o Município receba recursos da União destinados aos serviços de saneamento básico. Se bem executado, o Plano atuará como ferramenta estratégica para as prefeituras, e permitirá o planejamento e metas de curto, médio e longo prazo e consequentemente do bom uso dos recursos públicos. O Plano Municipal deve garantir a promoção da segurança hídrica, prevenção de doenças, redução das desigualdades sociais, preservação do meio ambiente, desenvolvimento econômico do município, ocupação adequada do solo, e a prevenção de acidentes ambientais e eventos como enchentes, falta de água e poluição.

Para que o planejamento dos recursos hídricos seja desenvolvido de maneira sustentável, é necessária uma articulação entre os Planos de Bacia Hidrográfica e as Políticas, Planos e Programas que se relacionem com a gestão de recursos hídricos, de forma coerente, participativa e transparente. Em âmbito municipal, o Plano Diretor de uso e ocupação do solo, está previsto na Constituição Federal de 1988 e é regulamentado pela Lei 10.257/2001[18], o Estatuto da Cidade. O Estatuto da Cidade dispõe em seu Artigo 2º que "*a política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana*". Ou seja, cabe ao Plano Diretor criar as bases para uma cidade inclusiva, equilibrada, sustentável, que promova qualidade de vida a todos os seus cidadãos, reduzindo os riscos do crescimento desenfreado e distribuindo de forma justa os custos e benefícios da urbanização. Além disso, o Plano Diretor fornece transparência para a política de planejamento urbano, ao instituí-la em forma de lei. Tendo em vista o objetivo de conciliar o planejamento dos recursos hídricos e sua relação com o ordenamento territorial, os Planos de Bacia estabelecem as diretrizes para a gestão hídrica em âmbito regional, os municípios definem as suas políticas urbanas, que geram impactos ambientais positivos e negativos de diversas magnitudes sobre os recursos hídricos em âmbito local/municipal[19], por meio de Planos Diretores Municipais. Neste sentido, por estabelecerem as políticas de disciplinamento do uso do solo, os municípios possuem uma grande responsabilidade na proteção dos recursos hídricos e, sem seu apoio, não é possível integrar a gestão territorial e hídrica em âmbito de Bacia Hidrográfica.

O Plano Plurianual (PPA) está previsto no Artigo 165 da Constituição. É um Plano que estabelece, em médio prazo, as diretrizes, objetivos e metas a serem seguidos pela administração pública ao longo de um período de quatro anos, no início do segundo ano do mandato do chefe do poder executivo e terminando no fim do primeiro ano de seu sucessor, de modo que haja continuidade do processo de planejamento. O projeto de desenvolvimento consolidado no PPA deve conciliar o crescimento econômico com a inclusão social. Os principais objetivos do PPA são: Definir com clareza as metas e prioridades do governo, bem como os resultados esperados; organizar as ações que resultem em desenvolvimento de bens e serviços que atendam demandas da sociedade; estabelecer a necessária relação entre as

[17] BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico.
[18] BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.
[19] PIZELLA, Denise Gallo. A relação entre Planos Diretores Municipais e Planos de Bacias Hidrográficas na gestão hídrica, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1394. Acesso em: 01 jun 2020.

ações a serem desenvolvidas e a orientação estratégica de governo; possibilitar que a alocação de recursos nos orçamentos anuais seja coerente com as diretrizes e metas do Plano; explicitar a distribuição regional das metas e gastos do governo e providenciar transparência à aplicação dos recursos e aos resultados obtidos.

No Quadro 4 está identificada a disponibilidade dos planos mencionados, conforme os municípios da BHVVM. Importante destacar que foram localizados todos os Planos Plurianuais das prefeituras e os Planos de Saneamento (à exceção de Silveira Martins, que não possui PMSB); contudo existem alguns municípios que não possuem Plano Diretor pela não obrigatoriedade legal de elaboração desse instrumento[20].

Quadro 4: Relação da situação dos planos municipais relacionados a recursos hídricos nos municípios da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim

Município	Plano Plurianual (PPA)	PMSB	Plano Diretor (PD)
Caçapava do Sul	Disponível	Disponível	Disponível
Cachoeira do Sul	Disponível	Disponível	Disponível
Dilermando de Aguiar	Disponível	Disponível	Disponível[21]
Formigueiro	Disponível	Disponível	Disponível
Itaara	Disponível	Disponível	Não existente
Júlio de Castilhos	Disponível	Disponível	Disponível
Restinga Sêca	Disponível	Disponível	Disponível
Santa Margarida do Sul	Disponível	Disponível	Não existente
Santa Maria	Disponível	Disponível	Disponível
São Gabriel	Disponível	Disponível	Disponível
São João do Polêsine	Disponível	Disponível	Disponível
São Sepé	Disponível	Disponível	Disponível
Silveira Martins	Disponível	Não existente	Disponível
Vila Nova do Sul	Disponível	Disponível	Não existente

Os dados dos PMSBs são apresentados de forma consolidada no item 2.13, com outras informações pertinentes ao saneamento na região.

1.2.2 Estudos

Com o intuito de apresentar as diversas perspectivas e conteúdos alusivos à área de influência da bacia hidrográfica dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim foi realizado um levantamento de estudos acadêmicos sobre esse tema. A seguir, é apresentada a listagem dos estudos identificados nesse levantamento, bem como o resumo de cada pesquisa, com a base de dados disponível.

Os estudos apresentados são artigos em periódicos, teses, dissertações, trabalhos em eventos entre os anos de 2006 e 2020 que tem a BH Vacacaí – Vacacaí-Mirim como local de pesquisa. A Universidade Federal de Santa Maria é a produtora de quase a totalidade dos trabalhos apresentados abaixo.

[20] Municípios com menos de 20.000 habitantes ficam dispensados da elaboração de Plano Diretor, conforme o Estatuto das Cidades.
[21] Disponível legislação que define diretrizes urbanas para o município.

Os referidos estudos contemplam temas como: Aproveitamento Hídrico, Agrotóxicos, Análises Ambientais, Balanço Hídrico, Contaminação do Solo, Disponibilidade Hídrica, Erosão do Solo, Gerenciamento de Recursos Hídricos, Hidrologia, Uso do Solo, Sedimentologia, Qualidade da Água e Unidades de Conservação.

Observa-se que as publicações possuem grande predomínio na UPG Vacacaí-Mirim. A UPG Santa Barbara praticamente não possui nenhum estudo ou monitoramento realizado nas pesquisas. Outra questão que foi observada nos estudos de disponibilidade hídrica, qualidade da água e sedimentologia é o predomínio de analisa em bacias de pequena área de drenagem, no município de Santa Maria, na UPG Vacacaí-Mirim.

Os estudos e relatórios técnicos estão listados, respectivamente, no Quadro 5 e no Quadro 6 abaixo por área de conhecimento, listados em ordem cronológica:

Quadro 5: Estudos e pesquisas já realizados na área de influência da BH Vacacaí - Vacacaí-Mirim

Área de Conhecimento	Título	Resumo das informações disponíveis	Dados disponíveis
Aproveitamento hídrico	Viabilidade técnica, econômica e social do aproveitamento das águas de chuva e cinzas para consumo não potável na cidade de Santa Maria/RS[22]	Este trabalho teve como objetivo estudar a viabilidade técnica, econômica e social do aproveitamento das águas de chuva e cinzas para consumo não potável na cidade de Santa Maria/RS. O volume do reservatório de água da chuva ficou dimensionado em 15 m³, garantindo o abastecimento de 33,55%. O reservatório de água da chuva misturado às águas cinzas foi dimensionado em 2,12 m³, atendendo a 100% da demanda. Quanto à viabilidade social, foi realizada uma pesquisa com pessoas de 200 domicílios para verificar o conhecimento e aceitabilidade por parte da população dos sistemas. Tanto o estudo do aproveitamento das águas de chuva e cinzas demonstraram ser viáveis técnica, econômica e socialmente.	➢ Foi realizado um cálculo de com a precipitação média e reservatório para captação de água da chuva. ➢ Posteriormente foi realizado um cálculo de viabilidade econômica da instalação
Aproveitamento hídrico	Avaliação da qualidade da água de chuva e da viabilidade de sua captação e uso[23]	Este trabalho teve como objetivos avaliar a qualidade da água da chuva na cidade de Santa Maria RS, identificar os usos mais apropriados para a mesma e estudar a viabilidade técnica de sua captação, através do dimensionamento de um reservatório para aproveitamento. A água da chuva foi coletada diretamente da atmosfera e de telhados, a fim de analisar as alterações em sua qualidade após a passagem pela área de captação. Cada amostrador foi dividido em cinco compartimentos, para coletar e armazenar separadamente os cinco primeiros milímetros de chuva. No estado bruto as águas pluviais podem ser utilizadas para fins não-potáveis, como recreação de contato primário, irrigação de hortaliças, de plantas frutíferas, de parques, jardins, campos de esporte e lazer, após o descarte de 2 mm iniciais. Se for tratada a água de chuva adquire qualidade compatível com outros usos, como descargas de bacias sanitárias. Quanto ao reservatório de armazenamento constatou-se que os maiores ganhos na eficiência ao atendimento à demanda ocorrem até o volume de 5.000 litros, para uma demanda diária de 529 litros.	➢ Foram escolhidas duas áreas de estudo com características distintas quanto à ocupação. Uma das áreas está localizada próxima à RST 287 e a outra no Campus da UFSM. ➢ As características de qualidade da água da chuva foram avaliadas através dos parâmetros: pH, condutividade elétrica, turbidez, DBO_5, DQO, sólidos totais, sólidos suspensos, sólidos dissolvidos e Escherichia coli.
Demanda hídrica	Influência da irrigação do arroz nas vazões naturais na Bacia do Rio Vacacaí[24]	Este estudo teve por objetivo aplicar e avaliar a metodologia simplificada proposta por Paiva et al (2006 b) na bacia do Rio Vacacaí, com vistas à obtenção de informações de vazões naturais. Fatores como escassez de dados de chuva e incerteza nos valores de demanda adotados foram significantes para prejudicar a qualidade dos ajustes, entretanto foi possível perceber que a metodologia mostrou-se bastante eficiente na determinação das vazões naturais de sub-bacais com aproximadamente 3.456 km² de área e que devido a fatores não considerados no modelo, como propagação em rios e efeitos de armazenamento, não foi possível obter melhores resultados para sub-bacias de maiores dimensões. Dentre os intervalos de discretização do modelo, os que apresentaram os melhores resultados foram aqueles com geração e propagação de vazões mensais e geração de vazões diárias e propagação das vazões médias de 7 dias, destacando a simulação mensal devido ao amortecimento das vazões máximas, as quais não foram bem representadas.	➢ Dados de precipitação e vazão estações.
Demanda hídrica	Demandas de água na bacia do rio Vacacaí-Mirim[25]	Avaliar a demanda de água na bacia do rio Vacacaí Mirim, através do cadastramento dos usuários da água na bacia. O estudo considerou apenas os usos predominantes, abastecimento público e irrigação, onde foi estimado que o consumo total de água na bacia do rio Vacacaí–Mirim, no ano de 2005, foi de 141.542.873 m^3 (cento e quarenta e um milhões e quinhentos e quarenta e dois mil e oitocentos e setenta e três metros cúbicos) de água, dos quais 92,47% foram destinados para irrigação da lavoura arrozeira e 7,53% para abastecimento público. Foram cadastrados 581 pontos de captação, com predomínio de captações superficiais. A demanda total de água estimada na bacia no ano de 2005 foi 141.542.873 m³, sendo 7,53% destinados ao consumo humano e 92,47% destinados a irrigação da lavoura de arroz.	➢ Fez-se o levantamento de dados preliminares sobre os usuários de água; ➢ A caracterização das demandas baseou-se em cadastro de usuários feito entre março e outubro de 2005; ➢ Elaboração e definição da ficha cadastral a ser aplicada; ➢ Reuniões com os produtores rurais para informar a comunidade sobre a realização do trabalho; ➢ Visitas às propriedades, para preenchimento das fichas cadastrais e a locação do(s) ponto(s) de captação; ➢ Elaboração de programa, em ambiente Delphi, para formação de banco de dados.

[22] POZZEBON, Pedro Henrique Bürger. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7818. Acesso em: 30 de setembro de 2020. Orientador: Maria do Carmo Cauduro Gastaldini.
[23] HAGEMANN, Sabrina Elicker. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7715. Acesso em: 30 de setembro de 2020. Orientador: Maria do Carmo Cauduro Gastaldini.
[24] ROSA, Ana Lúcia Denardin. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7731. Acesso em: 30 de setembro de 2020. Orientador: Eloiza Maria Cauduro Dias de Paiva.
[25] PAIVA, J. B. D. de; GARCIA, Joaquin Bonecarrere ; BRITTES, Ana Paula Z ; SCAPIN, Juliana ; HAGEMANN, Sabrina Elicker ; BELING, Fábio Alex ; Abelin, Saimon ; CARMO, J. A. R. . DEMANDAS DE ÁGUA NA BACIA DO RIO VACACAÍ MIRIM. In: I SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO SUL-SUDESTE, 2006, CURITIBA. CD-ROM. PORTO ALEGRE: ABRH, 2006. Disponível em: http://jararaca.ufsm.br/websites/paiva/download/PaivaDemandas.pdf Acesso em: 28 de setembro de 2020.

Área de Conhecimento	Título	Resumo das informações disponíveis	Dados disponíveis
Balanço Hídrico	Processos Hidrológicos e Balanço Hídrico em Lisímetros de Drenagem em Campo e Mata Nativa[26]	Este trabalho teve como objetivo investigar a dinâmica dos processos hidrológicos do solo e a determinação da escala temporal mais adequada para a determinação do balanço hídrico, utilizando lisímetros de drenagem, contendo em seu interior solo com estrutura não deformada, instalados em área de campo nativo e em área de mata nativa, representativa do bioma mata atlântica. Os resultados demonstram que devido a interceptação da radiação solar, a vegetação de mata nativa proporciona a formação de um microclima interno diferenciado em relação ao ambiente externo de campo nativo, resultando em um menor aporte de energia e exercendo influências significativas sobre os processos hidrológicos envolvidos no balanço hídrico. Esta diferença nas condições climáticas aliadas as características do solo, permite que o lisímetro instalado na mata nativa apresente maior capacidade de armazenamento de água, sendo observados maiores conteúdos de água no solo, em todas as profundidades, quando comparado a condição de campo nativo. Em consequência, o lisímetro instalado na mata nativa mantem os fluxos subterrâneos de drenagem por mais tempo que o lisímetro instalado no campo nativo, sendo o processo de drenagem influenciado pela época do ano e conteúdo antecedente de água no solo. Quanto ao escoamento superficial, observa-se que os volumes escoados, por evento, são maiores no campo nativo do que na mata nativa.	➢ Instalação de lisímetros para monitoramento hidrológico. ➢ O monitoramento das variáveis precipitação, escoamento superficial e drenagem foi realizado por meio de pluviógrafos eletrônicos e o conteúdo de água no solo foi monitorado por tensiômetros eletrônicos instalados nas profundidades de 10, 30 e 70 cm, no interior dos lisímetros.
Balanço Hídrico	Comportamento das variáveis hidrológicas do balanço hídrico do solo em lisímetros de drenagem[27]	Este trabalho tem por objetivo monitorar o comportamento das variáveis hidrológicas envolvidas no balanço hídrico, a partir de dados lisimétricos, em uma pequena bacia hidrográfica característica do bioma Mata Atlântica, sob as condições climáticas da depressão central do estado do Rio Grande do Sul. Os resultados demonstram que nos períodos úmidos o conteúdo de água no solo é maior na profundidade de 10 cm, enquanto que nos períodos secos observa-se uma maior concentração na profundidade de 70 cm. Na profundidade de 30 cm têm-se os menores valores de conteúdo de água no solo tanto no período úmido quanto no período seco. O balanço hídrico em escala diária, elaborado a partir de dados lisimétricos, pelo uso do equipamento referido neste estudo, não apresenta bons resultados, principalmente nos períodos em que ocorrem precipitações elevadas, superestimando ou subestimando a evapotranspiração. Já para períodos de 5 e 10 dias, observam-se resultados mais satisfatórios, quando comparados a escala diária.	➢ As variáveis controladas junto ao lisímetro foram a precipitação, o escoamento superficial, a infiltração, o armazenamento de água no solo e a evapotranspiração.
Disponibilidade hídrica	Estimativa das vazões naturais das sub-bacias do Vacacaí Mirim através de modelo simplificado[28]	Aplicação e avaliação de metodologia de determinação de vazões para obter informações para enquadramento dos cursos d'água em regiões com carência de dados hidrológicos. A metodologia proposta deste estudo indicou graves problemas referentes à demanda de irrigação e confirmando o cenário que se repete periodicamente na bacia do Rio Vacacaí Mirim, que é do rio principal quase "seco" na época de irrigação da lavoura de arroz.	➢ Foi concebido um modelo distribuído em sub-bacias, implementado em ambiente MATLAB, que utiliza o SMAP para simular a vazão nas sub-bacias; ➢ Utilização do algoritmo SCE-UA para ajuste dos parâmetros e propagação dos volumes de forma simplificada, considerando as retiradas de água.
Disponibilidade hídrica	Recarga subterrânea direta e sua influência sobre a temperatura e a condutividade elétrica em microbracias do rio Vacacaí-Mirim/RS[29]	Este registrou a variabilidade espaço-temporal da condutividade elétrica e da temperatura da água subterrânea, em poços rasos, bem como estimar a recarga direta do Sistema Aquífero Guarani, em sua zona de afloramentos, durante um ano hidrológico, de Outubro de 2012 a Setembro de 2013. A pesquisa foi realizada em duas microbacias contíguas do rio Vacacaí-Mirim, na região de Santa Maria Registrou-se a variabilidade tanto da temperatura quanto da condutividade elétrica da água subterrânea, possivelmente relacionada à posição dos poços ocupada na paisagem, bem como às características dos materiais constituintes da matriz dos arenitos, formadores de aquífero livre.	➢ Registrou-se a condutividade elétrica, a temperatura e a flutuação do nível da água em três poços de monitoramento, com profundidades de 31, 20 e 15 metros respectivamente; ➢ Foram utilizados transdutores de pressão configurados para realizar leituras de nível freático e de temperatura, com frequência de hora em hora.

[26] FELTRIN, Rafael Matias. 2013. Tese (Doutorando em Engenharia Agrícola). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/3613. Acesso em: 30 de setembro de 2020. Orientador: Eloiza Maria Cauduro Dias de Paiva
[27] FELTRIN, Rafael Matias. 2009. Tese (Doutorando em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7732. Acesso em: 30 de setembro de 2020. Orientador: Eloiza Maria Cauduro Dias de Paiva
[28] PAIVA, Rodrigo CD; PAIVA, E. M. C. D.; PAIVA, João Batista D., 2006. Disponível em: http://jararaca.ufsm.br/websites/paiva/download/PaivaQnaturais.pdf. Acesso em: 28 de maio de 2020.
[29] CARMO, José Asterio Rosa do., 2014. Disponível em:: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7638. Acesso em: 07 de junho de 2020. Orientador: Jose Luiz Silverio da Silva.

Área de Conhecimento	Título	Resumo das informações disponíveis	Dados disponíveis
Disponibilidade hídrica	Disponibilidade Hídrica De Pequenas Bacias Hidrográficas Na Região Central Do Rio Grande Do Sul - Indicadores Regionais[30]	O objetivo deste estudo é simular a disponibilidade hídrica e estimar os Indicadores Regionais em pequenas bacias hidrográficas na região central do Rio Grande do Sul, utilizando o modelo WIN_IPH2. O modelo foi calibrado com séries curtas de vazões e posteriormente, foi realizada a extensão da série de vazão a partir das séries longas de precipitação histórica. Com as séries de vazão estendida foram obtidas as curvas de permanência e os indicadores regionais de vazão. Os resultados apresentaram-se satisfatórios quanto a calibração e validação, pois obteve-se bons ajustes para os parâmetros e um bom coeficiente de Nash Suttcliffe. Para a curva de permanência comparou-se os resultados entre os anos de 1961 a 2000 e 2002 a 2015 da mesma estação pluviométrica (UFSM) para as estações fluviométricas da bacia hidrográfica do rio Vacacaí Mirim, não apresentando diferença entre os resultados encontrados nas vazões médias.	➢ Modelagem no software WIN_IPH2; ➢ Dados de precipitação, evapotranspiração e vazão, tanto dados de estações quanto dados medidos.
Disponibilidade hídrica	Monitoramento fluviométrico de duas bacias hidrográficas vizinhas: comparação de vazões em períodos concomitantes[31]	Foram definidas duas bacias de mesma área e vizinhas em seus divisores de água. Foi implantado monitoramento hidrológico em ambas por meio de estruturas hidráulicas medidoras de vazão e sensores de níveis. Essas duas bacias, por apresentarem características fisiográficas similares e serem vizinhas, são submetidas a semelhantes condições de precipitação. O uso do solo, em uma, é 100% rural e, na outra, 50% urbano e 50% rural. Os resultados encontrado sem relação as vazões medianas e mínimas, quando comparadas as bacias, foram diferentes dos resultados esperados, isto devido ao comportamento do escoamento das águas subterrâneas da área de estudo.	➢ Dados de vazão medidos para pequenas bacias hidrográficas por pesquisadores da UFSM.
Disponibilidade hídrica	Análise dos parâmetros do modelo SWMM para avaliação do escoamento em duas bacias periurbanas em Santa Maria/RS[32]	O objetivo desta pesquisa foi analisar os parâmetros de calibração do modelo SWMM como elemento para compreensão dos processos envolvidos na estimativa de cheias para as bacias hidrográficas urbanas Alto da Colina e Sítio do Tio Pedro, em Santa Maria-RS, através da variação dos parâmetros envolvidos na calibração, buscando a melhor representação dos processos envolvidos no escoamento pluvial.	➢ A utilização do aplicativo SWMM (Storm Water Management Model); ➢ Foram utilizadas algumas técnicas de geoprocessamento para o levantamento das características físicas e do uso e ocupação do solo; ➢ Também foram realizados alguns trabalhos de campo, com a utilização de técnicas de topografia, com o objetivo de obter as seções transversais representativas dos trechos de arroio.
Disponibilidade hídrica	Estimativa de vazão com dados escassos: novas hipóteses para o método silveira[33]	O objetivo é estabelecer um protocolo de uso do método proposto, baseado na interpretação e reconhecimento de fatores preponderantes do processo de transformação chuva-vazão. A partir da rede de 12 bacias com monitoramento fluviométrico contínuo, gerou-se um lastro técnico de 600 simulações que subsidiaram a avaliação de ampliação de sua aplicabilidade para bacias de até 1000 km². Como conclusões, foram obtidos: um protocolo para aplicação do método relacionado a intervalo de aceitação do Cinf de 0,1 a 0,6; a caracterização efetiva do deplecionamento fluvial durante a campanha de medição de vazões; a definição de um período antecedente de chuvas com limitações de totais precipitados em 14 dias antecedentes à campanha de medição de vazões; a possibilidade de utilização do método em bacias de até 1000 km², desde que se tenha representatividade por meio de, no mínimo, dois postos pluviométricos de apoio ao balanço hídrico.	➢ O método Silveira é utilizado para estimar vazões; ➢ Dados de precipitação, evapotranspiração e vazão, tanto dados de estações quanto dados medidos por pesquisadores da UFSM.
Disponibilidade hídrica	Atributos físicos e fluxo de água em solos da bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim – RS[34]	Com a finalidade de avaliar os solos que apresentam características hidrológicas favoráveis à recarga da água subterrânea, foram coletadas amostras na camada superficial de nove solos da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim–RS. Para as determinações de textura do solo e densidade de partículas foram utilizadas amostras com estrutura deformadas. As amostras não deformadas para densidade do solo, porosidade total, microporosidade, macroporosidade e condutividade hidráulica saturada (K(0)). Os dados dos atributos físicos e hídricos dos solos foram submetidos a análises de correlação e regressão, relacionando-os com a condutividade hidráulica saturada do solo. Os resultados indicam que baixos valores de densidades do solo e altos valores de porosidade total proporcionam maior capacidade de fluxos de água da camada superficial em direção aos aquíferos da bacia estudada.	➢ Amostras de solo com estrutura deformada e não deformada foram coletadas, em locais representativos da bacia hidrográfica; ➢ A amostragem foi realizada na camada de 0 a 20 cm de profundidade ➢ Os solos com texturas franca e franco-argilosa são os que apresentam condições mais favoráveis para a o fluxo saturado de água no perfil do solo; ➢ Existe correlação direta entre porosidade total e condutividade hidráulica saturada.

[30] MICHELOTTI, Deise., 2015. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7921. Acesso em: 07 de junho de 2020. Orientador: Joao Batista Dias de Paiva.
[31] HORN, J. F. C.; SILVEIRA, G. L. Monitoramento fluviométrico de duas bacias hidrográficas vizinhas: comparação de vazões em períodos concomitantes. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 20, p. 809-816, 2015. Disponível em: https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=1&ID=182&SUMARIO=5109. Acesso em: 29 de setembro de 2020.
[32] BASTOS, Gustavo A. P., 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7665 Acesso em: 25 de setembro de 2020. Orientador: Eloiza Maria Cauduro Dias de Paiva
[33] HORN, João Francisco Carlexo. 2016. Tese (Doutorando em Engenharia Agrícola). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/3641 . Acesso em: 25 de setembro de 2020. Orientador: Geraldo Lopes da Silveira
[34] RIZZARDI, A. S.; RIGHES, A. A.; KEMERICH, P. D. C.; SILVA, R. F.; SANTOS, S. A.; BORBA, W. F. Atributos físicos e fluxo de água em solos da bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim – RS. Revista Monografias Ambientais, v. 13, p. 3690-3701, 2014. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/14260/pdf. Acesso em: 29 de setembro de 2020.

Área de Conhecimento	Título	Resumo das informações disponíveis	Dados disponíveis
Gerenciamento de Recursos Hídricos	Efetividade do comitê de gerenciamento de recursos hídricos na bacia hidrográfica dos rios Vacacaí e Vacacaí Mirim[35]	Identificação de quais são as pressões sobre os recursos hídricos na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim, bem como as respostas que visam à diminuição dos impactos ambientais, oriundas do comitê gestor de bacia hidrográfica, avaliando a sua efetividade. O estudo concluiu que o Comitê apresenta problemas relacionados à falta de recursos financeiros, pouca participação do governo, tanto da esfera estadual como federal, a baixa mobilização social e poder de decisão insuficiente para resolver as questões que cabem ao comitê.	➢ Avaliação das ações do Comitê correspondente ao período de 14 de dezembro de 1999 a 04 de novembro de 2011, totalizando 57 atas; ➢ Leitura e sistematização das Atas de Reuniões Ordinárias e Extraordinárias, discussões, deliberações e projetos aprovados.
Gerenciamento de Recursos Hídricos	A formação do Comitê do Rio Vacacaí e Vacacaí Mirim e a Regulação Social do uso a Água na cultura de arroz[36]	O presente trabalho tem como objetivo tecer algumas considerações relativas ao uso sustentável da água na orizicultura. Busca discutir alguns conflitos no tocante à produção, sustentabilidade e gestão de recursos hídricos. Sendo a depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul uma das regiões com maior destaque na cultura de arroz, busca-se a análise regional. A ingerência do poder público e dos Comitês de Bacia no uso privado da água. A influência exercida pelos arranjos institucionais, mais especificadamente o capital social, apontado como um promissor instrumento para melhor compreensão do processo de construção de instrumentos de políticas de controle do uso social da água. Observa-se, atualmente, uma emergente mudança de paradigmas na sociedade, onde se buscam alternativas de gestão descentralizada para o desenvolvimento local sustentável	➢ O trabalho analisa a trajetória do Comitê de Gerenciamento de Bacias dos Rios Vacacaí e Vacacaí Mirim
Preservação ambiental	Contribuições para o Plano de Manejo de propostas de Unidades de Conservação em Santa Maria/RS[37]	Esse trabalho tem o objetivo de realizar estudos técnicos de zoneamento ambiental para subsidiar diretrizes para o plano de manejo nas áreas do Parque São Vicente Pallotti e Parque do Morro. Foi possível constatar que em razão das áreas de estudo se localizarem quase que totalmente no perímetro urbano de Santa Maria elas sofrem corriqueiramente pressões em relação à expansão urbana e especulação imobiliária. Ressalta-se também que ambas as áreas dos Parques estão na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA). Por fim, acredita-se que a implantação de UCs nas áreas de estudo seja determinante para a conservação dessas áreas.	➢ Confeccionaram-se mapas temáticos, os quais permitiram a identificação, caracterização e mapeamento das diferentes paisagens e das articulações o que subsidiou a proposta de um zoneamento e, elaboração de diretrizes para o plano de manejo.
Preservação ambiental	Delimitação espacial de uma unidade de conservação (UC): o caso da área de proteção ambiental do Vacacaí-Mirim/RS[38]	O presente trabalho propõe a delimitação para a Área de Proteção Ambiental (APA) do Vacacaí-Mirim. Os resultados deste trabalho demonstraram que os remanescentes de Mata Atlântica mais conservados na área de estudo encontram-se na unidade da paisagem Rebordo do Planalto. A delimitação proposta apresenta um formato mais adequado à conservação, diminuindo o efeito de borda sobre a vegetação e aumentando a abrangência da mesma, somando aproximadamente 88 km².	➢ O método dedutivo de pesquisa científica norteia esse trabalho; ➢ Fez-se o acompanhamento de reuniões junto a grupos de pesquisa, organizações ambientalistas e órgãos públicos gestores do meio ambiente.
Preservação ambiental	Diagnóstico e recuperação da mata ciliar da Sanga Lagoão do ouro na microbacia hidrográfica do Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS[39]	Avaliação dos impactos da pressão antrópica sobre a mata ciliar de um tributário urbano-rural na microbacia hidrográfica do Vacacaí-Mirim, Santa Maria/RS, visando diagnosticar seu grau de degradação e indicar uma posterior recuperação. Há correlação dos fatores ambientais e antrópicos com a erosão do solo e com o potencial erosivo. São necessárias intervenções antrópicas na recuperação da mata ciliar da Sanga Lagoão do Ouro, no que concerne à introdução de espécies que não possuem potencial de regeneração natural e a obras de bioengenharia de solos nas margens com erosão mais acentuada. As espécies nativas usadas na recuperação da mata ciliar são adequadas para tal objetivo, apresentando porcentagem de mortalidade dentro de limites aceitáveis e bom crescimento inicial.	➢ Foram realizados estudos de levantamento da degradação, em 12 parcelas de 300 m² cada, demarcadas ao longo da margem da Sanga Lagoão do Ouro; ➢ Levantamento florístico de espécies de ocorrência natural e seu potencial de regeneração, presença de espécies exóticas, avaliação do banco de sementes do solo em duas épocas de coleta, uso do solo, cobertura do solo em nível de superfície e de copada e levantamento da erosão.; ➢ Avaliação das principais propriedades químicas (análise completa de rotina) e físicas (densidade, porosidade, textura e estrutura) do solo, em cada uma das parcelas.
Preservação ambiental	Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do rio Vacacaí[40]	Este trabalho realizou uma análise ambiental da bacia hidrográfica do rio Vacacaí/RS utilizando ferramentas de Geoprocessamento. A realização desta análise ambiental possibilitou a quantificação de alguns parâmetros da bacia hidrográfica do Rio Vacacaí, tais parâmetros possuem influências diretas no comportamento da microbacia, sendo que a partir da análise dos mesmos foi possível gerar mapas de Potencial Agrícola, Potencial Pecuário, Risco de Erosão e Risco de Enchente para a área de estudo. A aplicação do Geoprocessamento possibilitou a execução de rotinas que permitiram um maior detalhamento da microbracia em estudo com a obtenção de informações que possibilitam entender a dinâmica da mesma e os impactos ambientais que está sofrendo.	➢ Os procedimentos metodológicos consistiram em sistematizar e delimitar os dados à área de estudo em rotinas realizadas em um software de sistema de informações geográficas; ➢ Os dados foram sistematizados e delimitados para a área de estudo em rotinas realizadas no software Quantum Gis.

[35] KEMERICH, Pedro Daniel da Cunha; MARTINS, Sergio Roberto; KOBIYAMA, Masato; BURIOL, Galileo Adeli; CRUZ, Rafael Cabral; RITTER, Luciana Gregory; DULAC, Vinicius Ferreira. Efetividade do comitê de gerenciamento de recursos hídricos na bacia hidrográfica dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim. RECURSOS HÍDRICOS (LISBOA), v. 34, p. 13-24, 2013. Disponível em: https://www.aprh.pt/rh/v34n2-2.html . Acesso em: 29 de setembro de 2020.

[36] MALLMANN, Maria Helena. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). A formação do Comitê do Rio Vacacaí e Vacacaí Mirim e a Regulação Social do uso a Água na cultura de arroz. Orientador: Benedito da Silva Neto.

[37] FOLETO, E. M.; ZIANI, P. Contribuições para o Plano de Manejo de propostas de Unidades de Conservação em Santa Maria/RS. Ateliê geográfico (UFG), v. 11, p. 142, 2017. Disponível em: https://www.revistas.ufg.br/atelie/article/view/34944. Acesso em: 02 de outubro de 2020.

[38] NASCIMENTO, D. B.; FOLETO, E. M. Delimitação Espacial de Uma Unidade de Conservação: O Caso da Área de Proteção Ambiental do Vacacaí-Mirim/RS. Geo UERJ, v. 1, p. 62-87, 2014. Disponível em: https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/5710. Acesso em: 02 de outubro de 2020.

[39] CECONI, Denise Ester. 2010. Tese (Doutorado em Ciências do Solo). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/3322. Acesso em: 29 de setembro de 2020. Orientador: Flavio Luiz Foletto Eltz.

[40] MELOS, N. D.; FACCO, D. S.; AIMON, J. G. S.; BENEDETTI, A. C. P. Disponível em: https://docplayer.com.br/38999912-150-congresso-brasileiro-de-geologia-de-engenharia-e-ambiental-diagnostico-ambiental-da-bacia-hidrografica-do-rio-vacacai.html. Acesso em: 11 de junho de 2020.

Área de Conhecimento	Título	Resumo das informações disponíveis	Dados disponíveis
Qualidade da Água / Água superficial	Impacto das atividades antrópicas na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Vacacaí Mirim - RS[41]	Neste estudo foi realizada a análise dos impactos das atividades antrópicas na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Vacacaí Mirim, localizada no município de Santa Maria – RS, a montante da barragem (ou reservatório) de abastecimento do município. Foram avaliados os parâmetros de qualidade da água nitrogênio orgânico total, fósforo orgânico total, sedimentos e demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{5,20}$), por fontes pontuais e difusas, utilizando como ferramenta o modelo Soil and Water Assessment Tools – SWAT. As cargas e concentrações desses parâmetros foram obtidas por meio de monitoramento de qualidade da água realizado no período de 2010 à 2012, considerando-se informações espaciais de uso e ocupação do solo, estimativa populacional da bacia hidrográfica afluente ao reservatório e vazão medida no período de 2008 à 2012, obtida por meio das curvas-chaves também monitoradas em seções fluviométricas instaladas nos rios afluentes do reservatório. Ocupações indevidas como: urbanização desordenada em áreas inclinadas e preservação permanente, agricultura e pecuária em áreas inadequadas e sem práticas de conservação, a remoção da vegetação nativa (desmatamento de cabeceiras, divisores de água, remoção de matas ciliares) contribuíram para a deterioração da área e causou o aumento de nitrogênio, fósforo e fontes de sedimentos.	➢ Dados de precipitação e vazão coletados pelos pesquisadores da UFSM. ➢ Dados de qualidade coletados (Nitrito, Nitrato, Fosfato, Oxigênio Dissolvido (OD), Sólidos Totais, Sólidos Suspensos, Sólidos Dissolvidos, $DBo_{5,20}$) pelos pesquisadores da UFSM.
Qualidade da Água / Água superficial	Avaliação de cargas poluidoras e contaminantes emergentes na bacia hidrográfica Vacacaí - Vacacaí Mirim[42]	Este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da água da bacia hidrográfica Vacacaí – Vacacaí Mirim, em sub-bacias localizadas no município de Santa Maria, RS. Destaca-se a concentração média do evento para a variável DBO, que foi 51,3 mg·L-1, sendo que o limite estabelecido para a classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005 é de apenas 5 mg·L-1. Ainda no rio Vacacaí Mirim, foi avaliada a variabilidade da poluição difusa em cinco sub-bacias: João Goulart, Rancho do Amaral, Alto da Colina, Menino Deus II e Menino Deus IV por meio das análises estatísticas de agrupamento e componentes principais utilizando dados de monitoramento atual e realizados anteriormente nesta bacia. As cinco sub-bacias foram agrupadas conforme a qualidade da água e o uso e ocupação do solo predominante. A variável DBO foi importante na caracterização da qualidade da água de todas as sub-bacias, e para a maioria delas, as variáveis CT, E.coli, ST, nitrogênio e fósforo também foram importantes, pois são variáveis que descrevem a qualidade da água com elevada significância. Nos rios Vacacaí e Vacacaí Mirim foi investigada a presença de resíduos farmacêuticos e hormonais em duas sub-bacias urbanas e com grande porcentagem de área impermeável. Na sub-bacia Cancela-Tamandaí foram detectados o hormônio etisterona e os fármacos ibuprofeno e paracetamol. A partir das concentrações analisadas, estima-se que foi lançado nesse corpo hídrico, em média por dia, o equivalente a 30 comprimidos de ibuprofeno e 15 de paracetamol. Na sub-bacia João Goulart foram detectados apenas os fármacos ibuprofeno e paracetamol, sendo lançada a carga média diária equivalente a 52 comprimidos de ibuprofeno e 14,5 comprimidos de paracetamol nesse curso hídrico. Os hormônios 17 β-estradiol, estriol, estrona e acetato de megestrol nunca foram detectados nas bacias estudadas.	➢ Dados de qualidade coletados (Temperatura, pH, Turbidez, Condutividade Elétrica, Cor, Nitrito, Nitrato, Fosfato, OD, Sólidos Totais, Sólidos Suspensos, Sólidos Dissolvidos, DBO, DQO, Coliformes Totais, *Escheria coli*, Sulfato, Cloreto, Cobre, Zinco, Níquel, Chumbo) pelos pesquisadores da UFSM; ➢ Dados de qualidade coletados (17 β-estradiol, Estriol, Estrona, Etisterona, Acetato de megesterol, Diclofenaco, Ibuprofeno, Paracetamol) pelos pesquisadores da UFSM.
Qualidade da Água / Água superficial	Simulação da qualidade da água do reservatório do Vacacaí-Mirim utilizando o modelo CE-QUAL-W2[43]	Logo, o modelo CE-QUAL-W2 foi utilizado para simular alguns parâmetros de qualidade da água do reservatório, como: temperatura da água, OD, DBO e E.coli. Utilizou-se resultados de monitoramento realizado nos anos de 2010 e 2011. Os erros médios absolutos (EMA s) das temperaturas simuladas, em relação às observadas, variaram de 0,4 a 3,1°C, e os erros padrões (EP s), de 0,4 a 3,5°C. Para o OD, os EMA s variaram de 0,5 a 1,9 mg/L e os EP s, de 0,7 a 2,2 mg/L. No caso da DBO, esta obteve EMA s entre 0,1 e 2,5 mg/L, e os EP s entre 0,1 e 2,5 mg/L. Por último, a simulação da E.coli obteve EMA s entre 1 e 230 NMP/100mL, e EP s, entre 1 e 235 NMP/100mL. Com base nos perfis simulados pelo CE-QUAL-W2, pode-se afirmar que os parâmetros OD e temperatura apresentaram os melhores resultados, e a E.coli, as maiores dificuldades para a calibração, devido à sua variabilidade e carência de dados. Dessa forma, pode-se afirmar que o modelo consegue representar o comportamento dos parâmetros de qualidade da água do reservatório do Vacacaí Mirim, e realizar previsões, podendo ser útil, em demais estudos no local e na gestão do reservatório.	➢ Foi utilizado o modelo CE-QUAL-W2; ➢ Foram utilizados dados de qualidade da água (temperatura da água, OD, DBO e E.coli) de outros trabalhos acadêmicos.

[41]SOUZA, Marielle Medeiros. 2019. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/19499. Acesso em: 29 de setembro de 2020. Orientador: Maria do Carmo Cauduro Gastaldini.
[42]PIVETTA, Gláucia Ghesti. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/12974. Acesso em: 29 de setembro de 2020. Orientador: Maria do Carmo Cauduro Gastaldini.
[43] CONTERATTO, Taiane Menezes. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7918. Acesso em: 29 de setembro de 2020. Orientador: Maria do Carmo Cauduro Gastaldini.

Área de Conhecimento	Título	Resumo das informações disponíveis	Dados disponíveis
Qualidade da Água / Água superficial	Modelagem do Estado Trófico do Reservatório do Vacacaí Mirim[44]	Este trabalho teve como objetivo avaliar o estado de trofia do reservatório do rio Vacacaí Mirim, na cidade de Santa Maria/RS, entre os anos de 2010 e 2011 utilizando um modelo matemático de simulação e verificar a qualidade da água frente a resolução CONAMA 357/2005 e o Índice de Estado Trófico. O modelo utilizado neste trabalho é denominado CE-QUAL-W2. Foram utilizados dados e informações referentes a área de estudo, que foram publicados em trabalhos anteriores. Esses dados foram inseridos no modelo como dados de entrada, para então ser feita a calibração do mesmo. Posteriormente, foram propostos cenários extremos para se verificar o comportamento do reservatório frente situações de estiagem, de volumes intensos precipitados, do aumento populacional e, por último, de um possível tratamento dos efluentes na bacia de drenagem. A simulação de cenários mostrou que uma estiagem de 30 dias piora a qualidade da água, tornando o reservatório hipereutrófico e prejudicando a classificação do reservatório nos valores de referência da Classe 3. O aumento da precipitação dilui nutrientes e poluentes, fazendo com que a sua concentração diminua, melhorando a qualidade da água e mantendo o estado de trofia do reservatório. O cenário de redução do lançamento de efluentes mostra que, ao se reduzir em 66% o lançamento, há consideráveis ganhos de qualidade da água, classificando o reservatório nos valores de referência da Classe 3 e sendo classificado como mesotrófico.	➢ Foram utilizados dados de qualidade da água (Temperatura, OD, Clorofila a, PT, PO_4^-, Amônia NH_4^+, Nitrito, Nitrato) de outros trabalhos acadêmicos.
Qualidade da Água / Água superficial	Viabilidade da Utilização do Método Delta Aproximado para Determinação do Coeficiente de Reaeração em Rios[45]	O objetivo principal desse estudo foi analisar a viabilidade de aplicação do Método Delta Aproximado para determinar o coeficiente de reaeração em bacias hidrográficas. O estudo foi realizado em cinco bacias hidrográficas: Cancela-Tamandaí, Menino Deus II, Menino Deus IV, João Goulart e RSC 287. O coeficiente de reaeração é influenciado pelas características hidrodinâmicas dos rios. Assim, nas campanhas foram determinadas a velocidade, profundidade e vazão. Determinou-se a temperatura da água, as concentrações de OD, durante o fotoperíodo, e estimou-se a carga orgânica nos rios. Neste estudo a aplicação do Método Delta Aproximado foi viável apenas nas bacias João Goulart e RSC 287. O Método Delta Aproximado apresentou inviabilidade nas seguintes condições: vazão maior que 1,00 m3/s para a bacia João Goulart e maior que 3,64 m3/s na bacia RSC 287; rios com teor de matéria orgânica muito alto ou muito baixo; baixo tempo entre o mínimo déficit de OD e o meio-dia solar; temperaturas baixas; e rios com captação de água. Na bacia João Goulart, onde o método pôde ser aplicado, foi feito correlação de Pearson com o coeficiente e as variáveis analisadas. Verificou-se correlação positiva significativa do coeficiente com a vazão, profundidade e velocidade. Contudo, o Método Delta Aproximado demonstrou experimentalmente ser de fácil aplicação e baixo custo. Porém, com uma diversidade de limitações em sua aplicação, tornando-o inviável em determinadas condições.	➢ Dados de vazão coletados de outros trabalhos acadêmicos; ➢ Dados de qualidade da água coletados (OD) pelos pesquisadores da UFSM.
Qualidade da Água / Água superficial	Modelagem da Qualidade da Água Utilizando Coeficientes Bibliográficos e Experimentais[46]	Esta pesquisa objetivou-se avaliar a importância da determinação experimental do parâmetro cinético, coeficiente de reaeração superficial K2, na modelagem da qualidade da água do rio Vacacaí Mirim. Para o cálculo do coeficiente de reaeração, o método Delta Aproximado, usado nos experimentos, demonstrou-se uma técnica de fácil obtenção de dados a campo, de cálculos simples e com um aparato experimental de baixo custo. Porém, esse método possui limitação no cálculo em locais com despejos de esgoto, como foi observada nos dados obtidos dos pontos de monitoramento 1 e 2. Nesses locais, em áreas urbanas, nota-se o despejo de esgoto no rio Vacacaí Mirim modificando os valores de OD e provocando uma oscilação em sua curva. No ponto de monitoramento 3, onde não há presença de aporte de esgoto no rio, o método Delta Aproximado apresentou resultados bastante favoráveis e uniformes. A obtenção do coeficiente de reaeração através dos cálculos de equações propostas na literatura e pelo próprio modelo QUAL2E, apresentou grandes variações em suas respostas, confirmando a afirmativa de limitação do uso das mesmas para obtenção do K2, sendo essas equações restringidas ao uso onde foram desenvolvidas. Na comparação de dados de coeficiente de reaeração entre a metodologia experimental através do método Delta Aproximado e as respostas das equações, verificou-se que a proposta de Formentini (2010) resultou em bons ajustes com os dados observados. As informações coletadas experimentalmente foram usadas como dados de entrada no modelo QUAL2E para simulação do OD no rio Vacacaí Mirim. O modelo QUAL2E demonstrou-se uma ferramenta eficaz para obtenção do OD em rios.	➢ Dados de vazão coletados de outros trabalhos acadêmicos; ➢ Dados de qualidade da água coletados (OD) pelos pesquisadores da UFSM.

[44] KUCHINSKI, Vinícius. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7914. Acesso em: 29 de setembro de 2020. Orientador: Maria do Carmo Cauduro Gastaldini.
[45] GRAEPIN, Cristiane. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7657. Acesso em: 29 de setembro de 2020. Orientador: Maria do Carmo Cauduro Gastaldini.
[46] ÁVILA, Lauren Cortezia. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7852. Acesso em: 29 de setembro de 2020. Orientador: Maria do Carmo Cauduro Gastaldini.

Área de Conhecimento	Título	Resumo das informações disponíveis	Dados disponíveis
Qualidade da Água / Água superficial	Carga Poluidora Difusa na Água e nos Sedimentos de Sub-Bacia do Arroio Cadena-Santa Maria-RS[47]	Esta pesquisa teve como objetivo avaliar as cargas de poluentes nas águas superficiais e nos sedimentos veiculados pela rede de drenagem urbana, em um afluente do arroio Cadena, no município de Santa Maria-RS. Obtendo-se uma análise dos fatores que interferem na poluição do curso hídrico como: precipitação, vazões, uso e ocupação do solo, área da bacia e período seco antecedente ao evento. As concentrações médias dos eventos tiveram variabilidade em função da precipitação e da intensidade da precipitação. A concentração média dos poluentes nos eventos mostrou tendência a aumentar com a precipitação e com a intensidade de precipitação. O período seco antecedente apresentou correlação significativa com os metais pesados cobre e níquel. A carga difusa obtida para sólidos suspensos totais foi de 28.812 kg/ha/ano, para DBO de 3.225 kg/ha/ano e para coliformes totais de 5,03E+07 organismos/ha/ano. As curvas M(V), juntamente com as curvas de máxima divergência evidenciaram a variabilidade da carga de lavagem e as diferenças entre os eventos e parâmetros. A diferença na carga poluente deve-se ao processo de degradação elevada devido às atividades antrópicas, como urbanização e lançamento de efluente doméstico. As concentrações de metais pesados nos sedimentos de fundo e em suspensão apresentaram-se abaixo do limite estabelecido na resolução CONAMA nº 454/12 e nas diretrizes de sedimentos do Instituto do Meio Ambiente do Canadá. O material de leito do arroio Cancela-Tamandaí é arenoso, com predomínio de areia grossa e areia média.	➢ Dados de qualidade da água coletados (Temperatura, pH, Turbidez, Condutividade Elétrica, Nitrito, Nitrato, Fosfato, OD, Sólidos Totais, Sólidos Suspensos, Sólidos Dissolvidos, DBO_5, DQO, Coliformes Totais, *Escheria coli*, Cobre, Zinco, Níquel, Chumbo) pelos pesquisadores da UFSM; ➢ Dados de sedimento de fundo pelos pesquisadores da UFSM. Foram analisados os parâmetros: $DBO_{5,20}$, DQO, pH, Coliformes Totais, *Escheria coli*, Nitrito, Nitrato, Fosfato, Cobre, Zinco, Níquel, Chumbo).
Qualidade da Água / Água superficial	Carga de poluição difusa em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos[48]	Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a carga de poluição difusa em quatro bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos, em locais distintos do rio Vacacaí Mirim no município de Santa Maria/RS, obtendo-se uma análise dos fatores que interferem na poluição do curso hídrico como: precipitação, vazões, uso e ocupação do solo, área da bacia e período seco antecedente ao evento. As concentrações médias dos eventos tiveram variabilidade em função da precipitação e da intensidade da precipitação, mas somente a bacia Alto da Colina apresentou correlação de sólidos totais, dissolvidos e amônia com o período seco antecedente. A carga difusa na bacia Rancho do Amaral com 55,8% de mata nativa obteve a menor carga de poluição difusa em todos os parâmetros analisados. A bacia Alto da Colina com influência da área urbana e agricultura apresentou carga superior em todos os parâmetros analisados, sendo a bacia de menor área. A menor carga orgânica de DBO5 foi da bacia Rancho do Amaral com 9 kg/ha/ano e a maior a bacia Alto da Colina com 202 kg/ha/ano. Os polutogramas evidenciaram a variabilidade dos poluentes em relação à vazão e maior carga de lavagem em área urbana.	➢ Dados de qualidade da água coletados (Temperatura, pH, Turbidez, Condutividade Elétrica, Nitrito, Nitrato, Fosfato, OD, Sólidos Totais, Sólidos Suspensos, Sólidos Dissolvidos, DBO_5, Coliformes Totais, *Escheria coli*, Cobre, Zinco, Níquel, Chumbo) pelos pesquisadores da UFSM;
Qualidade da Água / Água superficial	Variabilidade da Qualidade da Água e do Estado Trófico do Reservatório do Vacacaí Mirim[49]	O objetivo desta pesquisa é avaliar a variabilidade da qualidade da água e do estado trófico do reservatório do Vacacaí Mirim. Foram realizadas oito campanhas de campo entre 2010 e 2011, sendo as coletas de água amostradas em quatro pontos distribuídos ao longo do reservatório e um ponto localizado à montante, no principal rio afluente. Nos pontos do reservatório foram coletadas amostras de superfície (S) e profundidade (P). Em laboratório, as características de qualidade da água foram avaliadas periodicamente, através dos parâmetros: temperatura da água, pH, condutividade elétrica, turbidez, OD, DBO5, DQO, SST, SDT, E. coli, Clorofila-a, Amônia, Nitrito, Nitrato, Fósforo Total e outros Íons. O estado trófico foi avaliado levando em consideração os teores de Fósforo, Clorofila-a e alguns indicadores biológicos. O reservatório do Vacacaí Mirim apresentou um longo período de estabilidade térmica, em maior ou menor grau coerentemente com o período sazonal, apresentando circulação completa somente no inverno, conferindo sua classificação como monomítico quente. As concentrações da maioria dos parâmetros analisados apresentaram maior variação a nível temporal que espacial. O parâmetro que inspira maior preocupação é o número de E. coli, que em 16% do tempo ultrapassa os limites estabelecidos para a classe 3 da Res. CONAMA N°357/05 tornando a água imprópria para este fim. As análises de correlação também mostraram forte relação entre algumas variáveis hidrológicas ambientais com alguns parâmetros de qualidade. A variação sazonal dos valores do IET e indicadores biológicos, sugerem o reservatório do Vacacaí Mirim como um ecossistema mesotrófico, tendendo algumas vezes à eutrofia, já evidenciando influência antropogênica.	➢ Dados de qualidade da água coletados (temperatura da água, pH, condutividade elétrica, turbidez, OD, DBO5, DQO, SST, SDT, *Escheria coli*, Clorofila-a, Amônia, Nitrito, Nitrato, Fósforo Total e outros Íons) pelos pesquisadores da UFSM;.

[47] SANTOS, Sizabeli Amaral dos. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7870. Acesso em: 29 de setembro de 2020. Orientador: Maria do Carmo Cauduro Gastaldini.
[48] SOUZA, Marielle Medeiros de. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7802. Acesso em: 29 de setembro de 2020. Orientador: Maria do Carmo Cauduro Gastaldini.
[49] BURIN, Rodrigo. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7767. Acesso em: 29 de setembro de 2020. Orientador: Maria do Carmo Cauduro Gastaldini.

Área de Conhecimento	Título	Resumo das informações disponíveis	Dados disponíveis
Qualidade da Água / Água superficial	Coeficientes de desoxigenação e de reaeração superficial em trechos do rio Vacacaí Mirim[50]	Esta dissertação apresenta a determinação experimental dos dois coeficientes mais importantes na modelagem do OD em corpos d"água: o coeficiente de reaeração superficial K2, e o coeficiente de desoxigenação K1. O coeficiente de desoxigenação foi determinado em três seções representativas da bacia em estudo, sendo uma com característica urbana, uma mista e uma rural. Três experimentos foram conduzidos, caracterizando diferentes vazões no rio Vacacaí Mirim. O coeficiente K1 foi determinado por meio da construção da curva de decaimento de oxigênio versus tempo, num período total de 20 dias. Os valores de K1 variaram de 0,15 dia-1 a 0,27 dia-1. Dois experimentos foram conduzidos em dois trechos, na região de maior urbanização da bacia hidrográfica do rio Vacacaí Mirim. No primeiro experimento, o valor de K2 foi de 30,30 dia-1, para o primeiro trecho, e 24,77 dia-1, para o segundo. No segundo ensaio, o K2 obtido foi de 14,91 dia-1 e 12,73 dia-1, respectivamente. Aborda-se a respeito de outras metodologias de determinação experimental do coeficiente de reaeração, bem como sobre as equações de estimativa de K2. O valor estimado pelas equações apresentou grande discrepância entre as mesmas, sendo que as equações mais recentes, propostas a partir da regressão de dados de K2 obtidos pela própria metodologia dos traçadores inertes, apresentaram as menores variações, entre -32,95% e 14,51%.	➢ Dados de qualidade da água coletados (OD) pelos pesquisadores da UFSM.
Qualidade da Água / Água superficial	Resíduos de agrotóxicos na água de rios da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil[51]	O objetivo do trabalho foi determinar resíduos dos herbicidas clomazona, quincloraque, propanil, bentazona, 2,4-D e imazethapyr e dos inseticidas carbofurano e fipronil nos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim, situados na Depressão Central do Rio Grande do Sul, nas safras de 2003/04 a 2007/08, com coletas realizadas de novembro a fevereiro (cultivo do arroz). As análises dos herbicidas e do carbofurano foram realizadas por HPLC-DAD, e a análise do fipronil foi realizada por GC-ECD. Na safra 2003/04, em ambos os rios, os herbicidas clomazona, 2,4-D e propanil foram os mais frequentes nas amostras de água. Na safra 2004/05, o quincloraque foi detectado em maior número de amostras, já nas safras 2005/06 e 2006/07 fipronil foi o agrotóxico mais frequente nas amostras nos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim. Na safra de 2007/08, houve menor presença de resíduos de agrotóxicos nos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim. Há presença de agrotóxicos utilizados na lavoura de arroz nos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim durante o período de cultivo de arroz irrigado, destacando-se, entre os analisados, os herbicidas clomazona e quincloraque e o inseticida fipronil.	➢ Dados herbicidas e do carbofurano foram coletados na BHVVM. por HPLC-DAD; ➢ Análise do fipronil foi realizada por GC-ECD.
Qualidade da Água / Água superficial	Qualidade de água dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil[52]	O presente estudo visa avaliar a qualidade da água dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim no Rio Grande do Sul/RS. Do total de amostras de água analisadas, 90% do Rio Vacacaí e 93% do rio Vacacaí-Mirim apresentaram concentração de P abaixo do máximo estabelecido por RS (1989), que é de 0,1mg L-1, permitindo enquadrá-las nas classes I e II. No entanto, de acordo com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n357 (BRASIL, 2005), 3,3% das amostras apresentaram valores de P abaixo de 0,15mg L-1, enquadrando-se na classe III. Por essa mesma resolução, apenas 6,6% das amostras de água do rio Vacacaí e 3,3% do rio Vacacaí-Mirim ultrapassam o limite para classe III. Foi observado que o pH variou de 5,71 a 7,50, e a CE, de 33,33 a 118,88µS cm-1. Para N-nitrato, as amostras de água estiveram dentro de limites aceitáveis estabelecidos pelas legislações. A concentração de P oscilou de 0,00 a 0,18mg L-1. Os níveis de N-amônia variaram de 0,02 a 0,39mg L-1, o nível de K, de 2,05 a 3,66mg L-1, e o nível de Na, de 1,84 a 16,81mg.	➢ 15 pontos de coleta de água (outubro a março de 2002/03 a 2/07) nos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim; ➢ Os parâmetros avaliados foram: N-nitrato (N-No3), N-amônia (N-NH3), fósforo (P), potássio (K) e sódio (Na) e também na variação do pH e da condutividade elétrica (CE) da água; Os resultados foram comparados com as legislações do RS (Secretaria da Saúde e Meio Ambiente), do Brasil (CONAMA e Ministério da Saúde) e dos Estados Unidos (EPA).

[50] FORMENTINI, Thiago Augusto. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7756. Acesso em: 29 de setembro de 2020. Orientador: Maria do Carmo Cauduro Gastaldini.
[51] MARCHESAN, Enio; Sartori, Gerson Meneghetti Sarzi ; AVILA, Luis Antonio de ; MACHADO, Sérgio Luiz de Oliveira ; ZANELLA, Renato ; PRIMEL, Ednei Gilberto ; MACEDO, Vera Regina Mussoi ; Marchezan, Marcos Garcia . Resíduos de agrotóxicos na água de rios da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Ciência Rural (UFSM. Impresso), 2010. https://www.scielo.br/pdf/cr/v40n5/a574cr2775.pdf. . Acesso em: 28 de setembro de 2020.
[52] MARCHESAN, Enio; Sartori, Gerson Meneghetti Sarzi ; REIMCHE, Geovane Boschmann ; AVILA, Luis Antonio de ; ZANELLA, Renato ; MACHADO, Sérgio Luiz de Oliveira ; MACEDO, Vera Regina Mussoi ; Cogo, Juliana Pivetta . Qualidade de água dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Ciência Rural (UFSM. Impresso), v. 39, p. 2050-2056, 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/cr/v39n7/a293cr948.pdf. Acesso em: 28 de setembro de 2020.

Área de Conhecimento	Título	Resumo das informações disponíveis	Dados disponíveis
Qualidade da Água / Água superficial	Avaliação da Poluição Difusa de Esgoto Doméstico Veiculado em Bacia Urbana[53]	Este trabalho teve por objetivo quantificar a carga de poluição difusa de esgoto doméstico lançada em bacia hidrográfica urbana. Foi estudada a bacia hidrográfica do Cancela, localizada na cidade de Santa Maria, RS com uma população de aproximadamente 18.082 habitantes, área de drenagem de 4,95 km2. Grande parte da bacia não possui rede de esgotamento sanitário, lançando seus esgotos na rede de drenagem urbana. Foram realizadas amostragens de água e medição da vazão durante dois dias consecutivos, com quatro coletas por dia, possibilitando a obtenção da carga poluente, uma vez que a qualidade da água e a vazão apresentam uma variação horária, função da contribuição. Os resultados das análises mostraram deterioração da qualidade da água da bacia, com parâmetros dentro e inferior aos limites fixados para a classe 4 da Resolução CONAMA 357/05. A análise estatística mostrou que o comportamento dos parâmetros foi semelhante em todas as seções. De forma geral os valores de OD e pH apresentaram pequena variabilidade, no entanto, os valores da condutividade, turbidez, sólidos, DBO, DQO, coliformes totais e Escherichia coli tiveram grande variação devido à variação horária da contribuição de esgoto. A carga poluente foi determinada para os seguintes parâmetros de qualidade da água: sólidos (totais, suspensos e dissolvidos), DBO, DQO, e Escherichia coli.	➢ Dados de qualidade da água coletados (Temperatura, pH, Turbidez, Condutividade Elétrica, OD, Sólidos Totais, Sólidos Suspensos, Sólidos Dissolvidos, DBO_5, DQO, Coliformes Totais, *Escheria coli*) pelos pesquisadores da UFSM;
Qualidade da Água / Água superficial	Utilização de modelo matemático de qualidade da água para análise de alternativas de enquadramento do rio Vacacaí-Mirim[54]	A proposta desta pesquisa é utilizar o modelo matemático de qualidade da água QUAL2E como ferramenta de apoio na simulação de propostas de enquadramento para a bacia hidrográfica do Rio Vacacaí Mirim. Os pesquisadores verificaram, na calibração do modelo matemático, que a qualidade da água do Rio Vacacaí Mirim apresenta boas condições. Exceto nos trechos iniciais considerados na modelagem, onde os valores das concentrações ultrapassam os limites estabelecidos para a classe 2 e 3 da Resolução nº 357/05 do CONAMA, para todos os parâmetros. As alternativas de enquadramento sugeridas em função dos usos da água na bacia e simulações do modelo foram: classe 3 para os três primeiros trechos do rio, indicando como principal medida o tratamento de esgoto nesses trechos, e classe 2 para o restante do rio; e classe 2 para todo o rio.	➢ O modelo matemático de qualidade da água QUAL2E foi utilizado como ferramenta de apoio; ➢ Os dados para calibração do modelo foram obtidos de três campanhas de amostragem de água; ➢ Os parâmetros simulados foram: OD, DBO, coliformes termotolerantes, nitrito, nitrato e fósforo dissolvido.
Qualidade da Água / Água superficial	Diagnóstico da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim[55]	Qualidade da água dos recursos hídricos superficiais da bacia do rio Vacacaí Mirim Com relação às características estéticas da água, avaliadas pela turbidez e concentração de sólidos, todos os pontos ficaram dentro dos limites fixados pela classe 2. O conteúdo orgânico avaliado pelas concentrações de OD e DBO, mostrou-se baixo, exceto em pontos situados em região urbana; o mesmo ocorrendo com o conteúdo bacteriológico avaliado pelas concentrações de coliformes termotolerantes. As concentrações de fósforo também superaram os limites da classe 2 na região urbana. Foram detectadas concentrações de alumínio e ferro acima do padrão estabelecido pela classe 2 em todos os pontos, devido às características geológicas e pedológicas da região. As concentrações dos demais metais ficaram dentro dos limites da classe 2. Os resultados mostraram concentrações, em todos os pontos e campanhas, inferiores aos estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05; e a maioria das determinações ficaram abaixo dos limites de quantificação.	➢ A avaliação da qualidade da água na bacia foi executada através da realização de três campanhas de coleta de amostras de água; ➢ A primeira campanha realizou-se no dia 20 de julho de 2005, a segunda no dia 20 de outubro de 2005, e a terceira campanha em 31 de janeiro de 2006, nesta última foram identificados os maiores problemas quanto à disponibilidade de água, devido a grande demanda de água para irrigação; ➢ O monitoramento foi realizado em 12 pontos de amostragem, localizados no rio principal e seus principais afluentes (Córrego da UFSM, Arroio do Meio, Arroio Grande e Arroio Divisa); ➢ Os parâmetros analisados foram comparados com os limites estabelecidos pelas classes de enquadramento da Resolução CONAMA nº 357/05.
Qualidade da Água / Água superficial	Modelagem da qualidade da água do rio Vacacaí-Mirim[56]	Modelo QUAL2E para estudar a variação do conteúdo orgânico e bacteriológico face às fontes de poluições pontuais e difusas na bacia hidrográfica do Rio Vacacaí Mirim. Foi constatado que a bacia hidrográfica do Rio Vacacaí Mirim apresenta um elevado grau de ocupação, conflitos de uso da água e setores com elevado grau de degradação ambiental. A qualidade de suas águas é afetada, principalmente, pelas atividades agrícolas e pela expansão urbana. Neste estudo foi verificado que o rio encontra-se em boas condições, com exceção para os dois trechos iniciais do rio, onde ocorre despejo de esgoto doméstico. Apesar desse trecho ser de qualidade inferior, os valores dos constituintes no restante do rio estão dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05, para a classe 2.	➢ Foram realizadas três campanhas de monitoramento onde foram obtidos dados de vazão e qualidade da água em 12 pontos de amostragem, localizados no rio principal e seus principais afluentes; ➢ O modelo QUAL2E foi calibrado para simular os seguintes parâmetros de qualidade da água: OD, DBO e coliformes fecais; para duas condições de vazão, alta e baixa.

[53] CHAMUN, Camille Couto. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7706. Acesso em: 29 de setembro de 2020. Orientador: Maria do Carmo Cauduro Gastaldini.
[54] OPPA, Lorenza Ferreira. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7834. Acesso em: 28 de setembro de 2020. Orientador: Maria do Carmo Cauduro Gastaldini.
[55] GASTALDINI, M. C. C.; BRITES, A. P. Z.; OPPA, L. F. Diagnóstico da Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí Mirim. In: XXX Congreso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, 2006, Punta del Este. Rescatando Antiguos Principios para los Nuevos Desafios del Milenio. Montevideo: AIDIS, 2006. v. 1. p. 1-12.
[56] GASTALDINI, M. C. C.; OPPA, L. F. ; MISSIO, D. . Modelagem da qualidade da água do Rio Vacacaí Mirim. In: 24 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007, Belo Horizonte. Saneamento Ambiental: Compromisso ou Discurso?. Rio de Janeiro: ABES, 2007. v. 1. p. 1-11.

Área de Conhecimento	Título	Resumo das informações disponíveis	Dados disponíveis
Qualidade da Água / Água superficial	Análise da sensibilidade em modelo de qualidade da água aplicado à bacia do rio Vacacaí-Mirim/RS[57]	Identificar, entre os vários dados de entrada utilizados para a simulação de OD, DBO e coliformes termotolerantes, quais os coeficientes e/ou parâmetros seriam aqueles de maior importância para a sensibilidade das respostas do modelo QUAL2E. As influências primordiais para o OD é o K_2 (coeficiente de reaeração). Para DBO, a sensibilidade maior do modelo está na variação do K_3 (taxa de decaimento da DBO) e as cargas incrementais. No caso do parâmetro de coliformes termotolerantes o K_5 (coeficiente de decaimento de coliformes) possui influência significativa para esse parâmetro agregado às cargas incrementais.	➢ Foram realizadas três campanhas de monitoramento onde foram obtidos dados de vazão e qualidade da água em 12 pontos de amostragem, localizados no rio principal e seus principais afluentes; ➢ O modelo QUAL2E foi calibrado para simular os seguintes parâmetros de qualidade da água: OD, DBO e coliformes fecais; para duas condições de vazão, alta e baixa.
Qualidade da água / Água subterrânea	Análise da vulnerabilidade natural à contaminação da água subterrânea: comparativo entre a metodologia GOD e DRASTIC[58]	Nesse sentido, esse estudo tem por objetivo comparar os métodos DRASTIC e GOD na bacia hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim, no estado do Rio Grande do Sul. Ambos os métodos tiveram suas classes de vulnerabilidade entre insignificante e extrema, com maior predominâncias da vulnerabilidade média (DRASTIC) e alta (GOD). O método GOD concentrou 89,91 % da vulnerabilidade em 2 classes (Média e alta), já o DRASTIC apresentou 66,15 % nessas mesmas classes. Assim, o DRASTIC, na área de estudo apresentou, uma maior variabilidade das classes, indicando resultados mais consistentes, e com parâmetros obtidos a campo. Porém, o GOD é mais simplificado pelo número de variáveis necessárias para sua aplicação. Assim, destaca-se a importância da aplicação dessas metodologias para fornecer subsídios para tomadas de decisões para gestores dos recursos hídricos.	➢ A vulnerabilidade foi comparada na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim através das metodologias GOD e DRASTIC; ➢ O método DRASTIC apresentou uma maior variabilidade das classes, indicando resultados mais consistentes, e com parâmetros obtidos a campo.
Qualidade da água / Água subterrânea	Determinação do Índice de Risco da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí Mirim com o uso de Indicadores de Perigo e Vulnerabilidade[59]	O estudo teve por objetivo determinar o risco, perigo e a vulnerabilidade à contaminação na bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim. Foi constatado que as condições de domicílio e saneamento nos municípios constituintes da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim, com a exceção de Santa Maria não se apresentam em condições satisfatórias em todo o período de avaliação. Com relação à vulnerabilidade a contaminação, os valores variaram de insignificante a extremo, os valores de Perigo e Risco variaram de Baixo/nulo a muito alto. O perigo variou de baixo a muito alto, já o risco variou entre baixo/nulo e muito alto.	➢ A vulnerabilidade foi determinada na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim através da metodologia GOD; ➢ O risco foi considerado como sendo o produto do perigo estimado pela vulnerabilidade, o perigo foi obtido através da razão do Índice de Potencial Poluidor da Indústria pelo Índice de Desenvolvimento Socioeconômico.
Qualidade da Água / Água subterrânea	Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul[60]	Foi realizado o diagnóstico da qualidade da água destinada ao consumo humano das escolas e comunidades rurais da Região Central do Rio Grande do Sul; e verificação da sua relação com o sistema de abastecimento utilizado, seu nível de manutenção, a situação higiênica dos estabelecimentos e a existência de fontes pontuais e difusas de poluição. Dos 34 pontos monitorados, 64,7% são abastecidos por poço tubular, 35,3% tem captação de água superficial e nenhum deles conta com tratamento de água e de esgoto. Assim, foi concluído que grande parte dos usuários das escolas e comunidades rurais da Região Central do RS está consumindo água fora dos padrões de potabilidade estipulados pela legislação brasileira e, que a melhoria da qualidade da água ofertada passa pela difusão de tecnologias de saneamento e pelo uso de metodologias eficientes para a educação ambiental dos moradores dos espaços rurais.	➢ Foram selecionados municípios de Jaguari, São Francisco de Assis, Santa Maria, São Sepé e Tupanciretã; ➢ Nesses municípios foram amostradas 34 escolas e comunidades rurais que não participassem de programas oficiais de monitoramento da qualidade da água; ➢ Realizaram-se, no prazo de um ano, três coletas de água, que foi caracterizada química, física, organoléptica e microbiologicamente. Além disso, os pontos de coleta foram caracterizados ambientalmente através de fotografias e de uma planilha descritiva.
Sedimentologia	Modelagem Hidrossedimentológica da bacia do Rio Vacacaí Mirim utilizando o modelo Hec-Hms[61]	O trabalho utilizou do modelo hidrológico HEC-HMS para realizar a simulação hidrossedimentológica da bacia. Estabeleceu-se uma curva-chave de descarga líquida com extrapolação superior e uma curva-chave de descarga sólida para o período considerado (2007–2016). Parâmetros de entrada do modelo como o Curve Number (CN) e os fatores da MUSLE foram obtidos a partir da análise de características fisiográficas da bacia por técnicas de geoprocessamento. A calibração do modelo considerou o período de 2008 à 2011 e retornou valores satisfatórios para os coeficientes de desempenho do modelo.	➢ Dados de vazão coletados de outros trabalhos acadêmicos da UFSM e de estações da ANA, INMET e CPTEC.

[57] OPPA, L. F.; GASTALDINI, M. C. C ; MISSIO, D. . Análise da sensibilidade em modelo de qualidade da água aplicado à bacia do Rio Vacacaí Mirim/RS.. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos - 8º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa, 2007, São Paulo. Gestão de Recursos Hídricos, Integração de Políticas e Sustentabilidade do Meio Ambiente Urbano.. Porto Alegre: ABRH, 2007. p. 1-16.

[58] KEMERICH, P.D.C.; MARTINS, S. R.; KOBIYAMA, M.; DESCOVI FILHO, L. L. V.; BORBA, W. F ; SOUZA, E. E. B.; FERNANDES, G. D. ANÁLISE DA VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA: COMPARATIVO ENTRE A METODOLOGIA GOD E DRASTIC. REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE, v. 6, p. 45-53, 2020. Disponível em: https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/19080/13103. Acesso em: 29 de setembro de 2020.

[59] KEMERICH, P. D. C.; MARTINS, S. R.; KOBIYAMA, M. ; de Borba, W. F. ; RITTER, L. G. . Determinação do índice de risco da bacia hidrográfica do Rio Vacacaí Mirim com o uso de indicadores de perigo e vulnerabilidade. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 15, p. 2951-2969, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273991409_DETERMINACAO_DO_INDICE_DE_RISCO_DA_BACIA_HIDROGRAFICA_DO_RIO_VACACAI_MIRIM_COM_O_USO_DE_INDICADORES_DE_PERIGO_E_VULNERABILIDADE. Acesso em: 28 de setembro de 2020.

[60] CASALI, Carlos Alberto. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/5472. Acesso em: 29 de setembro de 2020. Orientador: Danilo Rheinheimer dos Santos.

[61] BATISTEL, Leonardo. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/14565. Acesso em: 30 de setembro de 2020. Orientador: João Batista Dias de Paiva.

Área de Conhecimento	Título	Resumo das informações disponíveis	Dados disponíveis
Sedimentologia	Avaliação do modelo HEC-HMS versão 4.1 na simulação hidrossedimentométrica de pequenas bacias. Estudo de caso na região central do Rio Grande do Sul[62]	O objetivo desta pesquisa foi realizar a simulação hidrossedimentométrica de uma pequena bacia hidrográfica, a partir de observações fluviossedimentométricas instaladas para esse fim, onde foram feitas observações de concentração de sedimentos em suspensão e medições de descarga de fundo. A área empregada no trabalho se encontra na bacia do Vacacaí Mirim, região central do Rio Grande do Sul, situada nos municípios de Santa Maria e Itaara. Foi utilizado o software HEC-HMS 4.1 para fazer a simulação e os dados observados foram usados para a sua calibração e validação. Em relação a produção de sedimentos, foi possível observar que a maior produção ocorreu na estação do verão, com valores médios de 118,49, 3,97 e 3,86 ton/dia para sedimentos totais e 8,54, 0,31 e 0,18 ton/dia para sedimentos em suspensão pois o mesmo apresenta maior quantidade de precipitações e a menor produção na estação do inverno, pois é onde apresenta a menor quantidade de precipitações.	➢ Dados de precipitação, vazão e sedimentos de estações quanto dados medidos por pesquisadores da UFSM.
Sedimentologia	Monitoramento hidrossedimentométrico e avaliação de métodos de cálculo da descarga sólida total no Rio Vacacaí Mirim[63]	Realizou a avaliação temporal da produção de sedimentos e alguns métodos de cálculos para estimar o transporte de sedimentos para a seção em estudo, realizado em uma seção do rio Vacacaí Mirim próximo ao munícipio de Restinga Sêca/RS O material em suspensão demonstrou ser quase a totalidade da descarga sólida do rio. A composição granulométrica deste material tem a predominância de silte (58,3%) seguida de areia (28,4 %) e argila (13,4%). Para o material de leito e de arraste, constatou-se a predominância de areia, seguida de silte e argila.	➢ Para estimar a descarga sólida total na seção foram utilizados os métodos de Einstein modificado por Coby e Hembree (1955), Van Rin (1984) e Colby (1957); ➢ Para descarga sólida em suspensão os métodos utilizados foram Toffaleti (1969), Engelund e Hansen (1967), Ackers e White (1973), Laursen (1958), e Yang (1973); ➢ E para descarga sólida de leito os métodos foram Karim (1998) e Meyer-Peter e Müller (1948).
Sedimentologia	Caracterização hidrossedimentométrica de uma pequena bacia hidrográfica e balanço sedimentométrico no reservatório do Vacacaí Mirim[64]	O presente estudo propôs a caracterização da produção de sedimentos da bacia hidrográfica, a partir de medições de descarga líquida e sólida na seção do rio e realizar um balanço sedimentométrico no reservatório do Vacacaí Mirim no município de Santa Maria/RS. O trabalho indica que os resultados obtidos para o monitoramento hidrossedimentométrico foram satisfatórios. As considerações observadas no balanço de sedimentos no reservatório foram que todo o sedimento que entra fica retido no reservatório e é produzido mais sedimentos a jusante do mesmo que chega até o exutório da bacia.	➢ Fez-se a caracterização sedimentométrica da área de estudo com o monitoramento contínuo das vazões e sedimentos na estação fluviossedimentométrica João Goulart no período de janeiro a novembro de β4 e na determinação da concentração de sedimentos e caracterização das amostras em laboratório; ➢ Realizou-se o balanço sedimentométrico no reservatório com o auxílio do programa de modelagem HEC-HMS 4.0 onde foram verificados as entradas, armazenamento e saída de sedimentos no reservatório Vacacaí Mirim.
Sedimentologia	Diagnóstico Hidrossedimentológico da Bacia do Arroio Cadena[65]	O objetivo desse estudo foi avaliar as relações, o comportamento espacial e temporal dos processos hidrossedimentológicos na bacia hidrográfica do arroio Cadena Santa Maria/RS. A área de estudo do trabalho é a porção da bacia hidrográfica do arroio Cadena com exutório na seção Irmã Dulce e em duas bacias embutidas a essa. Foram realizadas medições de vazão e coleta de sedimentos em suspensão em três locais ao longo do canal para uma análise espacial dos dados. No período de estudo o arroio Cadena não apresentou tendência à erosão e nem a deposição do sedimento. Foi observado que nos meses de setembro a novembro há um significativo aumento na produção de sedimentos na bacia, fenômeno esse que faz parte da variabilidade intra-anual climática da região. As variáveis relacionadas à vazão e a precipitação dos eventos analisados apresentaram uma boa correlação com a concentração de sedimentos em suspensão medida (Cssmedida). O modelo de regressão simples entre a Qmáx e a Cssmedida apresentou um coeficiente de determinação (R^2) de 0,78, sugerindo que a vazão máxima é uma boa indicadora do transporte de sedimentos em suspensão na bacia de estudo.	➢ Dados de precipitação, vazão e sedimentos de estações medidos por pesquisadores da UFSM.
Sedimentologia	Variáveis pedogeoquímicas e mineralógicas na identificação de fontes de sedimentos em uma bacia hidrográfica de encosta[66]	Neste estudo fez-se a estimativa da proporção de contribuição de dois conjuntos de fontes, estrada+canais+malha e superficial+subsuperficial, na produção de sedimentos em uma bacia hidrográfica de encosta. Constatou-se que as estradas se apresentam como fonte potencial de erosão na bacia. Portanto a correta alocação e até mesmo pavimentação, levando em consideração a proximidade da cidade de Santa Maria/RS refletem importante impacto na redução de sedimentos.	➢ Foram testados dois conjuntos de variáveis, pedogeoquímicas e pedogeoquímicas+mineralógicas para compor os modelos de predição; ➢ Para a identificação das fontes foi utilizado o método fingerprinting que compara os solos de diferentes fontes e os sedimentos que são encontrados em suspensão no canal de drenagem, usando variáveis traçadoras.

[62] VALCORTE, Pablo Weber. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/15098. Acesso em: 28 de setembro de 2020. Orientador: João Batista Dias de Paiva.
[63] SCHMIDT FILHO, Osmar. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7660. Acesso em: 28 de setembro de 2020. Orientador: João Batista Dias de Paiva.
[64] TEIXEIRA, Laís Coelho. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7651. Acesso em: 28 de setembro de 2020. Orientador: João Batista Dias de Paiva.
[65] ILHA, Róbson. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7594. Acesso em: 30 de setembro de 2020. Orientador: João Batista Dias de Paiva.
[66] MIGUEL, Pablo. 2013. Tese (Doutorado em Ciências do Solo). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/3341. Acesso em: 28 de setembro de 2020. Orientador: Ricardo Simão Diniz Dalmolin.

Área de Conhecimento	Título	Resumo das informações disponíveis	Dados disponíveis
Sedimentologia	Caracterização do Transporte de Sedimentos no Rio Vacacaí Mirim em Restinga Sêca, com Base em Dados Medidos de Vazão e Sedimentos[67]	O presente trabalho teve como objetivo principal avaliar o transporte de sedimentos no rio Vacacaí-Mirim, mediante coletas realizadas na seção transversal em Restinga Sêca. Com isso, foi possível quantificar a descarga sólida média na seção transversal do rio; caracterizar a granulometria dos materiais transportados; relacionar a descarga sólida (Qs) e líquida (Q) com as características hidráulicas e geométricas da seção; e indicar os métodos de cálculo de descarga sólida mais adequados para estimar o transporte de sedimentos. O material em suspensão correspondeu quase que a totalidade da descarga sólida no rio. Após a determinação da curva-chave de sedimentos, foi possível estimar a descarga sólida total média para o período considerado, que resultou em mais de 182 mil toneladas de sedimentos ano para a seção considerada. Dos procedimentos empregados para avaliar a descarga sólida, o método Einstein modificado foi o que melhor se ajustou a QST medida (ID=0,07). Já para estimar a descarga sólida de fundo, o melhor método foi o de Meyer- Peter & Müller (1948).	➢ Dados de vazão e sedimentos (suspensão e arraste de fundo) medidos por pesquisadores da UFSM.
Sedimentologia	Acumulação e Transporte de Sedimentos na Microdrenagem: Monitoramento e Modelagem[68]	Este trabalho tem como objetivo, contribuir para o entendimento do processo de acumulação e transporte de sedimentos na rede de microdrenagem proveniente de uma área urbana. O modelo SWMM foi utilizado com dados de monitoramento de precipitação, vazão, sedimento e foi avaliado o uso do solo, em uma área urbana de 0,012 km2. As concentrações de sedimentos, das amostras líquidas do escoamento pluvial, variaram entre 3,48 e 6205 mg/L. O modelo SWMM foi utilizado na calibração e simulação quali-quantitativa do escoamento superficial. Os módulos calibrados e avaliados no modelo foram os módulos Runoff e Transport. A simulação da qualidade do escoamento superficial apresentou um coeficiente de correlação médio de 0,87 e erros médios entre os valores calculados e observados de 36%. Os resultados obtidos na calibração dos parâmetros foram satisfatórios, obtendo-se uma boa representação dos processos envolvidos na rede de microdrenagem.	➢ Dados de precipitação, vazão e sedimentos de estações medidos por pesquisadores da UFSM.
Sedimentologia	Processos hidrossedimentológicos em diferentes escalas espaço temporais no bioma Mata Atlântica[69]	O presente trabalho tem por objetivo avaliar os processos hidrossedimentológicos em diferentes escalas espaço temporais no bioma Mata Atlântica, através do monitoramento de um lisímetro volumétrico com 1m³ e duas bacias hidrográficas embutidas: Rancho do Amaral (4,45Km²) e Rincão do Soturno (11,98Km²), áreas inseridas no interflúvio da bacia do Vacacaí Mirim, Santa Maria-RS. A bacia Rancho do Amaral apresentou descarga líquida média anual de 0,078m³/s, vazão especifica de 17,98L/s.Km² e sólida de 0,093ton/dia, enquanto a bacia Rincão do Soturno apresentou descarga líquida média anual de 0,164m³/s, vazão especifica de 13,36L/s.Km² e sólida de 0,157ton/dia.	➢ Dados de precipitação, vazão e concentração de sedimentos de estações quanto dados medidos por pesquisadores da UFSM; ➢ As variáveis selecionadas para execução deste trabalho foram monitoradas no decorrer do ano de 2009, sendo monitorada a precipitação com o auxílio de dois pluviógrafos automáticos, o nível do rio com o auxílio de dois linígrafos automáticos. Também foram realizadas medições de descarga líquida e sólida em estações instaladas na foz de cada bacia, coletadas amostras de sedimentos em suspensão com amostradores pontuais automáticos, e monitorados a concentração de sedimentos em suspensão através de duas sondas de turbidez.
Sedimentologia	Avaliação dos parâmetros do modelo Kineros 2 para simulação hidrossedimentológica em duas pequenas bacias hidrográficas[70]	O objetivo desta pesquisa foi avaliar os parâmetros do modelo Kineros2 para as bacias hidrográficas periurbanas Alto da Colina ll e Sítio do Tio Pedro, pequenas sub-bacias do rio Vacacaí-Mirim, em Santa Maria-RS. As bacias Alto da Colina II e Sítio do Tio Pedro têm áreas de 1,44, e 0,39 km² e porcentagens de áreas impermeáveis de 3,82 e 13,09% respectivamente. O enfoque principal do trabalho foi a calibração de eventos selecionados para as respectivas bacias e o entendimento dos parâmetros envolvidos nas simulações. Os resultados obtidos na calibração dos parâmetros foram satisfatórios. Para a discretização adotada na bacia hidrográfica Alto da Colina II foi obtido um coeficiente de determinação médio entre os valores calculados e observados de 0,92 para a vazão e 0,78 para sedimentos totais. Na discretização aplicada à bacia hidrográfica Sítio do tio Pedro o coeficiente de determinação médio encontrado foi de 0,78 para a vazão e para sedimentos totais não se pode calcular o coeficiente de determinação devido às dimensões diminutas da bacia.	➢ Modelo Kineros2 foi utilizado com dados de outros trabalhos acadêmicos que realizaram coletados de dados precipitação, vazão e sedimentos.

[67] RIZZARDI, Alencar Simão. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7837/RIZZARDI%2C%20ALENCAR%20SIMAO.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 30 de setembro de 2020. Orientador: João Batista Dias de Paiva.
[68] GOMES, A. P.; PAIVA, E.M.C.D. Acumulação e Transporte de Sedimentos na Microdrenagem: Monitoramento e Modelagem. Disponível em: https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=1&ID=5&SUMARIO=62 Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 15, p. 45-10, 2010.
[69] PEREIRA, M. A. F. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7752. Acesso em: 28 de setembro de 2020. Orientador: Eloiza Maria Cauduro Dias de Paiva.
[70] DARONCO, Giuliano Crauss. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7705. Acesso em: 28 de setembro de 2020. Orientador: João Batista Dias de Paiva.

Área de Conhecimento	Título	Resumo das informações disponíveis	Dados disponíveis
Sedimentologia	Acumulação e transporte de sedimentos na microdrenagem: monitoramento e modelagem[71]	Este trabalho teve o objetivo de contribuir para o entendimento do processo de acumulação e transporte de sedimentos na microdrenagem urbana, através de monitoramento de sedimento seco em sarjetas de rua asfaltada, monitoramento sedimentológico na saída da microdrenagem e utilização do modelo SWMM para auxiliar em uma maior compreensão dos processos envolvidos. Foram obtidos nesse estudo quatro sedimentogramas os quais apresentaram valores entre 3,48 a 6205 mg/L. O modelo SWMM foi utilizado para avaliar os parâmetros envolvidos na estimativa do escoamento superficial e de sua qualidade em relação a concentração de sedimentos em suspensão. Os resultados obtidos na calibração dos parâmetros em relação ao escoamento superficial apresentaram um coeficiente de correlação médio de 0,87 e erros médios, na vazão de pico e no volume escoado, de 12,45% e 5,30%, respectivamente. Para a simulação da qualidade do escoamento superficial obteve-se coeficiente de correlação médio de 0,87 e erros médios entre os valores calculados e observados de 36%. Os resultados obtidos na calibração dos parâmetros foram satisfatórios, obtendo-se assim uma boa representação dos processos envolvidos na rede de microdrenagem.	➢ Dados de precipitação, vazão e concentração de sedimentos de estações quanto dados medidos por pesquisadores da UFSM.
Sedimentologia	Acumulação e balanço de sedimentos em Superfícies Asfálticas em Área Urbana de Santa Maria-RS[72]	Este trabalho apresenta resultados da caracterização dos sedimentos encontrados nas sarjetas de duas ruas asfaltadas em Santa Maria, RS. Os trabalhos de campo e de laboratório ocorreram durante o período de abril a dezembro de 2005. As análises granulométricas das amostras de sedimento seco indicaram um diâmetro médio (d50) igual a aproximadamente 0,35 mm em ambas as ruas de amostragem. A concentração de sedimentos proveniente da microdrenagem apresentou valores entre 8,0 a 6.000 mg/L. As análises granulométricas destas amostras constataram que o escoamento transporta partículas, que variam de muito finas a mais grosseiras, com o diâmetro médio variando de 0,01 mm a 12 mm, confirmando o transporte do material presente nas sarjetas e áreas adjacentes pela microdrenagem.	➢ Dados de sedimentos coletados por pesquisadores da UFSM. ➢ As coletas de sedimento na sarjeta foram realizadas durante três períodos distintos de amostragens com duração média de 30 dias. As coletas de amostras líquidas ocorreram durante alguns eventos de precipitação significativos a fim de determinar a concentração de sedimentos em suspensão e a carga proveniente da drenagem.
Uso do solo	Caracterização pedológica, uso da terra e modelagem da perda de solo em áreas de encosta do rebordo do planalto do RS[73]	Estudo do uso e da evolução do uso das terras e a delimitação de áreas de risco ou potencialmente susceptíveis a perdas de solo, através da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS). O trabalho determinou tanto o Potencial Natural de Perdas de Solo como do Potencial Total de Perdas releva uma estimativa no planejamento de ocupação e de uso das terras em relação àquelas que apresentam maior risco ou maior probabilidade de ocorrer processos erosivos numa escala que possa causar degradação das terras.	➢ O levantamento de solos do tipo semi-detalhado, caracterizou as diferentes classes de solos que ocorrem na região. ➢ Através de técnicas de geoprocessamento foram gerados mapas de solos, declividade, Áreas de Preservação Permanente (APPs), aptidão agrícola e evolução de uso das terras de 1987 a 2009. Ainda, foi elaborado o mapa de adequação de uso e identificadas áreas com conflitos de uso; ➢ O fator erosividade da chuva (R) foi gerado através de dados normais de precipitação, o fator erodibilidade do solo (K) através da composição granulométrica de cada classe de solo, e o fator uso e manejo e práticas conservacionistas (CP) por meio de observações no campo e valores tabelados.
Uso do Solo	Perdas de água e sedimento em bacias pareadas de ordem zero sob plantio direto com e sem terraço[74]	O estudo realizou o monitoramento das perdas de água e solo em sistema de plantio direto em bacias com e sem práticas mecânicas de controle de escoamento superficial. Os resultados obtidos deste estudo demonstram que ambas as bacias são altamente responsivas às precipitações mesmo de média magnitude.	➢ A área experimental está localizada na FEPAGRO Sementes no município de Júlio de Castilhos, região Central do RS; ➢ Entre o período de julho de 2014 a março de 2015 foram monitoradas a precipitação, vazão e concentração de sedimentos, durante os principais eventos pluviométricos contabilizando um total de 14 eventos chuva-vazão significativos; ➢ Além do monitoramento, também foi realizada a caracterização físico-hídrica dos solos e a infiltração.

[71] GOMES, A. P. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7695. Acesso em: 28 de setembro de 2020. Orientador: Eloiza Maria Cauduro Dias de Paiva.
[72] DOTTO, C. B. S. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7941. Acesso em: 28 de setembro de 2020. Orientador: Eloiza Maria Cauduro Dias de Paiva.
[73] PABLO, Miguel. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/5515. Acesso em: 28 de setembro de 2020. Orientador: Ricardo Simão Diniz Dalmolin.
[74] LONDERO, Ana Lúcia. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/5624. Acesso em: 28 de setembro de 2020. Orientador: Minella, Jean Paolo Gomes.

Área de Conhecimento	Título	Resumo das informações disponíveis	Dados disponíveis
Uso do Solo	Hidrologia comparativa e perda de solo e água em bacias hidrográficas cultivadas com eucalipto e campo nativo com pastagem manejada[75]	Avaliação da influência do uso do solo sobre o comportamento hidrológico das bacias, visando a descrição detalhada das variáveis hidrológicas como a precipitação, interceptação vegetal, evapotranspiração, percolação e vazão nas bacias hidrográficas do rio Vacacaí (2 trechos de drenagem sem nome). . As perdas de água e solo na escala de parcela foram maiores no campo nativo do que no povoamento de eucalipto. Essas perdas de água e solo estiveram relacionadas à precipitação e foram maiores nos meses de maior pluviosidade.	➢ Foram instalados pluviômetros e equipamentos para monitorar e quantificar as variáveis hidrológicas bem como as parcelas de escoamento superficial para quantificar as perdas de água e de solo; ➢ Os dados meteorológicos foram obtidos de uma estação meteorológica instalada na bacia com eucalipto.
Uso do Solo	Propriedades químicas do solo na bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim[76]	Investigação das alterações nos atributos químicos do solo em decorrência de diferentes usos e ocupações na bacia hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim. Foi identificado que as concentrações dos metais estudados (Bário, Manganês, Silício e Zinco) e do parâmetro Fósforo. Os usos do solo estão estritamente ligados, visto que as concentrações são maiores nas áreas que possuem usos agrícolas. Ainda, foi observado que os solos sob os usos de arroz, soja e pastagem apresentaram maior influência na concentração do elemento bário, já o fósforo teve maior influência dos solos sob uso de pastagem e soja.	➢ Fez-se amostragem do solo em 26 pontos, abrangendo os diferentes tipos de solos existentes na bacia hidrográfica; ➢ A técnica utilizada para análise foi o espectrômetro EDXRF, em que os valores foram espacializados com auxílio do software *Surfer*.
Uso do solo	Aptidão, evolução e conflitos de uso das terras no município de Itaara, RS[77]	Este estudo realizou o levantamento dos atributos ambientais de solo, relevo, cobertura das terras e vocação de uso para monitoramento estabelecimento de problemas relacionados ao seu uso. A utilização das terras por parte dos agricultores, ao longo desse período, foi se adequando à aptidão agrícola e a legislação ambiental, resguardando as áreas do planalto para atividade agrícola. No entanto, algumas áreas estão sendo usadas com atividades acima de sua aptidão natural, principalmente em locais com declividade acentuada e solos rasos e pedregosos, além de locais destinados a APP's, sendo explorados com agricultura ou pastagem.	➢ Foram identificados os atributos ambientais do município, com auxílio de imagens de satélite, cartas topográficas e trabalho de campo e laboratório; ➢ O uso de geoprocessamento apresentou-se como ferramenta para auxiliar no levantamento, organização, cruzamento e edição das informações referentes aos atributos ambientais na geração da proposta de adequação e detecção de conflitos de uso das terras.

Quadro 6: Relatórios técnicos realizados na área de influência da BH Vacacaí - Vacacaí-Mirim

Título	Resumo das informações disponíveis	Dados disponíveis
Plano Diretor de Irrigação para a bacia do rio Vacacaí (Volume 1)	Este presente trabalho possui como objetivo principal abranger e caracterizar locais passíveis de aproveitamento hidroagrícola, de regularização e de geração hidroelétrica e indicar pontos de integração do sistema viário com unidades de barragens-ponte. Ainda, este estudo pretende fornecer dados para efetivar as seleções finais dos barramentos para o estabelecimento do balanço hídrico (potencialidade - demanda), até as conclusões delineadoras do plano das obras necessárias à irrigação e ao controle de cheias. As áreas de estudo da bacia foram divididas e denominadas, respectivamente, como Zona 01, Zona 02, Zona 03, Zona 04, Zona 05 e Zona 06, Zona 07, Zona 08, Zona 09 e Zona 10. Para cada uma destas zonas, foram descritas a geologia e a geomorfologia da bacia hidrográfica do Rio Vacacaí, as quais estão delimitadas em mapa intitulado "Inventário Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí". Constatou-se que na área central da bacia hidrográfica ocorrem grandes áreas de planície de inundação, principalmente na margem direita do Rio Vacacaí. As principais limitações para o uso agrícola destes solos referem-se à má drenagem e à fertilidade natural. Contornadas as limitações, estes solos apresentam bons resultados quando cultivados com lavouras temporárias. Sua melhor utilização é com arroz irrigado, em rotação com soja e pastagens nos pontos de melhor drenagem. Ainda, os solos e a cobertura vegetal destas áreas foram classificados bem como foi realizada a análise da sedimentação da bacia hidrográfica. A disponibilidade hídrica da região foi avaliada e, para complementar o estudo hidrológico, foi apresentada uma estimativa de vazões máximas e mínimas que poderão ocorrer na região nos períodos de cheia e estiagem, respectivamente. Constatou-se que nas áreas de contribuição da maioria dos afluentes do Rio Vacacaí e mesmo no próprio Vacacaí, houve devastação das florestas nativas, atingindo até mesmo as matas ciliares. Com a falta de proteção vegetal, os solos superficiais se desagregaram e foram,	➢ O estudo é exposto em capítulos que descrevem a caracterização da bacia, com informações gerais, geologia, geomorfologia, pedologia, aptidão agrícola e estrutura fundiária; estudos hidrológicos, com determinação das disponibilidades hídricas para o desenvolvimento dos reservatórios e determinação das descargas máximas para o dimensionamento das obras de controle de cheias; locação dos barramentos, avaliação do potencial e das necessidades hídricas e estudos sobre cada uma das sub-bacias cadastradas.

75 LANZA, Regis. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/5621. Acesso em: 28 de setembro de 2020. Orientador: José Miguel Reichert.
76 KEMERICH, Pedro Daniel da Cunha; MARTINS, SERGIO ROBERTO ; KOBIYAMA, MASATO ; BURIOL, GALILEO ADELI ; Borba, Willian Fernando de . Propriedades químicas do solo na bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim. Geologia USP. Série Científica, v. 13, p. 3-15, 2013. Disponível em: http://www.revistas.usp.br/guspsc/article/view/78904. Acesso em: 11 de junho de 2020.
77 POELKING, Everton Luís. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/5608. Acesso em: 28 de setembro de 2020. Orientador: Ricardo Simão Diniz Dalmolin.

Título	Resumo das informações disponíveis	Dados disponíveis
	ano após ano, arrastados para o leito dos cursos d'água, apôs as enxurradas. A deposição destes solos, nos leitos dos cursos d'água diminuíram suas seções e como consequência geraram extravasões que inundam as terras baixas. A tendência desse descaso ecológico é ampliar cada vez mais os danos causados pelas cheias, além de diminuir progressivamente a espessura das camadas de solos férteis. A Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí tem grandes áreas de terras baixas sujeitas a inundações. Com a finalidade de controlar as cheias, o estudo recomenda priorizar a implantação de barramentos dos cursos d'água, sejam eles destinados à regularização, suprimento e até mesmo geração hidrelétrica. Uma alternativa para o controle de cheias, porém com resultados obtidos a longo prazo, é a manutenção das matas ciliares remanescentes e o incentivo ao reflorestamento das matas ciliares nas margens dos cursos d'água. Simultaneamente recomenda-se que sejam adotadas práticas de controle da erosão semelhantes as preconizadas petos Programas de Microbacias, tais como cobertura permanente do solo, cultivo em curvas de nível ou terraceamento.	
Plano Diretor de Irrigação para a bacia do rio Vacacaí (Volume 2).	O desenvolvimento deste trabalho abrange locais passíveis de aproveitamento hidroagrícola, de regularização e de geração hidroelétrica e indica pontos de integração do sistema viário com unidades de barragens-ponte. Para tal, o estudo foi divido em seções norte, central e nordeste da bacia hidrográfica do rio Vacacaí. As regiões foram denominadas, respectivamente, como Zona 07, Zona 08 e Zona 09. A Zona 07, localizada ao norte da bacia do rio Vacacaí, abrange as sub-bacias Rio dos Corvos, Sanga da Areia e Arroio Arenal. A área total desta zona é de aproximadamente 197.350 hectares aproximadamente, ou 20% da bacia hidrográfica do rio Vacacaí. As principais atividades predominantes na região são a pecuária, soja, milho, sorgo, cebolas e uma elevada produção de arroz irrigado. Nesta área, foram observados danos ambientais causados por empresas de atividade de extração de areia, atuando intensivamente ao longo dos cursos d'água e retirando materiais por centenas de metros do leito do rio principal e seus arroios. Apesar destas superfícies possuírem aptidão agrícola para o arroz irrigado, elas não recebem tratamento de recuperação de área degradada. A Zona 08 está localizada na seção central da bacia do rio Vacacaí e abrange as sub-bacias da Sanga Grande, Sanga Trancoso e Sanga Funda. A área total desta zona é de aproximadamente 59,237 hectares aproximadamente, ou seja, 06% da bacia hidrográfica do rio Vacacaí. A Zona 09 está localizada na porção nordeste da bacia hidrográfica do rio Vacacaí, próximo à sua foz no Rio Jacuí. A área possui 61,663 hectares, equivalente à 6,3% da bacia hidrográfica do rio Vacacaí. Esta região foi caracterizada como adequada à exploração agrícola, tanto com arroz irrigado quanto por outras culturas diversas. Entretanto, verificou-se que a vegetação nativa desta zona se encontra modificada pela ação antrópica pelo uso predominante da superfície cultivada sobre a de pastagens naturais. Foi constatado que as principais limitações desta zona são devido à má drenagem e às propriedades físicas, bem como a baixa fertilidade natural em algumas áreas, sendo suscetíveis à erosão. O estudo indica que a desconformidade do regime hídrico é responsável pelo déficit de água em alguns períodos e excessiva em outros, ocasionando inundações. O trabalho indica que a bacia hidrográfica do rio Vacacaí possui bom potencial hídrico, sendo capaz de proporcionar através da irrigação, maior aproveitamento agrícola das áreas localizadas ao longo de toda bacia.	➢ Foram realizados estudos hidrológicos, geológicos e geomorfológicos das regiões, avaliações quali-quantitativa dos solos, a execução de planimetria geral das sub-bacias, o levantamento do uso atual dos solos e dos recursos hídricos bem como a identificação e caracterização geral de pontos passíveis de aproveitamento para barramentos;
Plano Diretor de irrigação para a bacia do rio Vacacaí (volume 3).	O estudo avalia as superfícies com condições de serem cultivadas com arroz irrigado na região do Arroio Caiboaté (denominada no trabalho como Zona 06), sendo uma área potencialmente irrigável obtendo água apenas dos açudes particulares existentes. Também foi determinada a superfície máxima a ser cultivada com arroz irrigado ou por outras culturas e qual a disponibilidade hídrica para atender as demandas de uso de água na referida região. Foram avaliadas as áreas beneficiáveis, as vazões necessárias e a capacidade de irrigação na região entre Arroio Caiboaté e Sanga Grande. Quanto ao Rio dos Corvos (Zona 07), a Sanga Trancosa (Zona 08) e o rio Vacacaí entre Formigueiro e Restinga Sêca (Zona 09), o estudo indica a localização e totalidade de barramentos do tipo suprimento existentes em seus respectivos Arroios e a capacidade de armazenamento dos referidos barramentos. Ainda, foi analisado o potencial de beneficiamento das áreas pela irrigação do excedente hídrico disponível. Ainda, o trabalho objetiva fornecer subsídios para a adequada priorização dos barramentos selecionados, visando um futuro plano de obras.	➢ Este trabalho avalia a disponibilidade hídrica e a capacidade de irrigação das áreas de estudo; ➢ Foram elaborados gráficos de curvas de altura, volume total e útil e de áreas alagadas; ➢ Fez-se a classificação dos tipos de solos e a caracterização da topografia das regiões de estudo; ➢ Dimensionamento, capacidade de armazenamento e a regularização de vazões dos barramentos;

Título	Resumo das informações disponíveis	Dados disponíveis
Atividades de operação e manutenção dos sistemas de irrigação do rio Vacacaí e do Arroio das Canas, no município de São Gabriel/RS.	Ao final de cada período de irrigação a empresa Conságua realiza vistoria em todo o perímetro de irrigação, nas comportas de saída de água dos barramentos, nos próprios barramentos, nos canais, comportas de acesso das propriedades bem como o levantamento geral dos principais déficits encontrados durante o período de abastecimento. Foram elaboradas planilhas sobre dados pluviométricos, linimétricos, volumes armazenados, cotas dos vertedouros, publicações, reportagem fotográfica ilustrando o andamento de alguns serviços e planilha de contratos assinados e áreas irrigadas da safra 00/01. O estudo verificou e avaliou registros de precipitações superiores à 280 mm ocorridas em um período de seis dias (24 a 29 de abril de 2001) no município de São Gabriel e suas eventuais relações com a operação da barragem VAC 04, situada no rio Vacacaí, a montante da cidade. Constatou-se que mesmo se o reservatório estivesse completamente vazio, os efeitos da inundação seriam sentidos, visto que o volume do lago é pouco superior a 20 milhões de m³, enquanto que a cheia foi estimada como apresentando pelo menos o triplo deste volume. Ainda assim, a barragem exerceu seu papel atenuador em algum grau. Caso a barragem não existisse, os danos da cheia poderiam ser maiores.	➢ Entre as atividades desenvolvidas pela empresa encontram-se: o monitoramento da precipitação pluviográfica através de duas estações linimétricas para a medição de volumes armazenados nas barragens; ➢ Manutenção de estruturas metálicas, tais como: limpeza, pintura e lubrificação de partes componentes; ➢ Instalação de réguas linimétricas, a recomposição de placas indicativas e a revisão, recomposição e desobstrução de canais que apresentaram problemas; ➢ A realização de serviços periódicos como capinagem e aplicação de herbicidas para eliminar a proliferação de vegetação rasteira a montante e jusante dos maciços bem como o recolhimento de resíduos sólidos; ➢ Fez-se a medição de áreas irrigadas durante os meses de fevereiro, março e abril com a utilização de equipamentos eletrônicos como GPS e Estação Total; ➢ Trabalhos de desassoreamento dos canais e recuperação das diversas obras do perímetro (estradas, bueiros, etc);
Manejo integrado da sub-bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim/RS (prevenção de enchentes e secas)	O presente trabalho objetiva, fornecer subsídios para conter e controlar as enchentes e secas existentes na sub-bacia do rio Vacacaí-Mirim no Estado do Rio Grande do Sul. Com a finalidade de controlar e combater a erosão, bem como prevenir enchentes e secas, o estudo elenca diversas recomendações, como a implantação de reflorestamento em áreas que foram derrubadas e que não estão sendo cultivadas. O documento também recomenda a proibição do corte de árvores em declive e a paralização imediata de atividades de queima como processo de limpeza de terreno. Ainda, sugere-se a realização de programas e cursos educacionais socioambientais para as prefeituras de Restinga Sêca e Santa Maria.	➢ Para o mapeamento, análise e interpretação da referida sub-bacia, fez-se a documentação fotográfica através da fotointerpretação de aerofotos pancromáticas; ➢ Foram utilizadas oito cartas topográficas da região de estudo para auxiliar na precisão do levantamento; ➢ Os coeficientes de rugosidade foram avaliados, com a finalidade de indicar os locais para reflorestamento, tratos culturais e conservacionistas, bem como foi averiguada a capacidade de uso da terra e a determinação destas áreas de conflitos;

Título	Resumo das informações disponíveis	Dados disponíveis
Projeto: Enquadramento em regiões com carência de dados. Bases técnicas. Estudo de caso. A bacia do rio Vacacaí-Mirim	Este projeto tem como objetivo a análise e o desenvolvimento de bases técnicas e metodológicas para o enquadramento dos cursos d'água em bacias hidrográficas com carência de dados, de maneira sustentável e tecnicamente embasadas, de forma a fornecer subsídios a implantação dos mecanismos de gestão previstos no Sistema Nacional de Recursos Hídricos e nos Sistemas de Recursos Hídricos dos Estados Para a sua implementação, são necessárias informações hidrológicas, sedimentológicas e de qualidade da água, nem sempre disponíveis e cuja obtenção demanda um período que a sociedade nem sempre tem condições de dispor, sendo fator limitante à efetiva implantação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos previsto na legislação brasileira. Neste contexto, o desenvolvimento e sistematização de metodologias de enquadramento em regiões com carência de dados assume importância fundamental. A elaboração deste trabalho contribuiu para o seguinte: a caracterização da área em termos de quantidade e qualidade da água; Amplia a discussão com a comunidade da bacia; Elabora propostas de enquadramento, com base na situação atual e com base na simulação de cenários; Desenvolve uma metodologia simplificada para a estimativa de vazões naturais em bacia com uso intensivo da água e; Constata de que não é possível fazer enquadramento sem uma base mínima de dados.	➢ Fez-se o levantamento bibliográfico dos processos de enquadramento desenvolvidos no país e no exterior; ➢ Revisão sobre modelagem hidrológica e definição dos modelos a serem utilizados na bacia; ➢ Aquisição de dados climatológicos e hidráulicos na região da bacia em estudo; ➢ Caracterização física da área e físico-hídrica do solo; ➢ Caracterização das demandas de água na bacia; ➢ Realização das campanhas de medições de vazões, amostragem de sedimentos e qualidade da água; ➢ Realização de Reuniões no Comitê; ➢ Modelagem Hidrológica e de Qualidade da água; ➢ Elaboração de Proposta de Enquadramento
Avaliação quali-quantitativa das disponibilidades e demandas de água na bacia hidrográfica do rio Vacacaí.	A finalidade principal deste projeto é contribuir e subsidiar o processo de gerenciamento conjunto (Estado e Comunidade) das águas da bacia hidrográfica do rio Vacacaí, conforme a Lei nº 10.350 de 30 de dezembro de 1994, que instituiu o SERH, previsto no Artigo 171 da Constituição Estadual, sendo, portanto, de relevante importância o real conhecimento da demanda e da disponibilidade de água. Ainda, o trabalho objetiva elaborar estudos técnicos para o conhecimento, análise e avaliação da disponibilidade e da demanda de água superficial e subterrânea na bacia do Rio Vacacaí, sua variação temporal e espacial e os fatores condicionantes desta variação. Destes estudos resultarão informações que permitirão aos diferentes usuários da água a programação de suas demandas em acordo com a disponibilidade e o enquadramento dos recursos hídricos, bem como instruir os processos de emissão de outorga de uso de água, de forma a garantir a distribuição racional dos recursos hídricos de região entre os vários usuários. Entre as informações obtidas e analisadas neste trabalho, foi verificado que a irrigação é o maior consumo de água na bacia, pois o método de cultivo exige a formação de uma lâmina de água por sobre o solo; Durante os meses de irrigação, normalmente período de estiagem na região, o rio Vacacaí e seus principais afluentes enfrentam falta de chuva para manter uma vazão mínima; A exploração dos aquíferos da bacia não apresenta, até o momento, viabilidade para uma utilização intensa para irrigação de arroz; a área com aptidão agrícola é, proporcionalmente, muito grande, o que cria uma pressão elevada sobre os recursos hídricos. Pelos resultados encontrados, foi constatado que toda a bacia do Vacacaí e todas as sub-bacias examinadas, com exceção de uma, enfrentam uma severa falta de água superficial no período de irrigação. Resultantes de uma deficiência de umidade e de uma busca intensa por água para irrigação e abastecimento em volumes cada vez mais incertos. Portanto, o diagnóstico da situação atual da bacia, em relação ao comportamento dos recursos hídricos, pode ser resumido, então, com a afirmação de que a bacia apresenta oferta anual muito superior a demanda instalada, mas a demanda causada pela irrigação do arroz, concentrada no período de menor oferta, gera um quadro de conflitos graves, em que os usuários retiram o máximo de água que seus equipamentos permitem, causando a interrupção dos rios da bacia em diversos trechos, comprometendo todo o ecossistema relacionado a estes corpos de água. As alternativas passam pela regularização das vazões, através de implantação de reservatórios, e pelo disciplinamento da utilização da água dentro de parâmetros aceitáveis, com a utilização do instrumento de outorga. Porém, a outorga poderá servir como um estímulo contrário à expansão da área irrigada ou à própria manutenção desta área. Visto que esta bacia que tem sua base econômica vinculada justamente à orizicultura, este fator poderá gerar uma retração da economia local, trazendo como consequência uma redução do número de empregos e desagregação social. A implantação do gerenciamento dos recursos hídricos em uma bacia com tanta limitação de oferta de água e, por outro lado, tanta disponibilidade de áreas para a orizicultura, não deve ser	➢ O Plano de Trabalho foi dividido e realizado em quatro etapas: I - Coleta, sistematização e análise de dados básicos; II - Formação do cenário atual; III - A formação do cenário futuro e IV - Interação com a comunidade. ➢ Na Etapa I – Coleta, sistematização e análise de dados básicos foram empregadas as seguintes atividades: ➢ Coleta de elementos cartográficos, mapas temáticos e imagens de satélite; Identificação das principais instituições que atuam na área da bacia; Levantamento de informações meteorológicas para caracterização climática; Coleta de dados pluviométricos e fluviométricos e utilização de técnicas de modelagem; Caracterização dos solos da bacia; Mapeamento e avaliação da demanda pelos principais usuários de água; Mapa hidrogeológico; ➢ Quanto à Etapa II – Formação do cenário atual, fez-se a fisiografia da região; A caracterização sócio-econômica; A descrição do balanço "oferta-demanda" de água; Os critérios preliminares para outorga e uso da água e as expectativas da comunidade; ➢ Para a Etapa III – Formação do cenário futuro, foi realizada a síntese do quadro atual; As tendências dominantes e os principais aspectos críticos; ➢ E para a Etapa IV – Interação (apresentação) com a comunidade, realizou-se as definições prévias e preparações; Realização de reunião; A consolidação dos resultados e a inserção dos dados consolidados no banco de dados do CRH.

Título	Resumo das informações disponíveis	Dados disponíveis
	executada isoladamente, mas como parte de um programa de investimentos integrado, que considere os efeitos desta implantação de forma global. Do sucesso de empreendimentos como os Sistemas de Irrigação Vacacaí e Canas depende, em grande parte, a possibilidade de uma implantação pacífica deste programa baseado no gerenciamento, razão pela qual recomenda-se uma atenção especial na condução dessa concessão.	

1.3 Avaliação do desenvolvimento social relativo à gestão de recursos hídricos na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí e Vacacaí Mirim[78]

A Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim é uma bacia com características peculiares. Ela se encontra na região central do Rio Grande do Sul, na confluência dos biomas mata atlântica e bioma pampa. As duas bacias que a compõe, se dividem seguindo estas características, sendo o Rio Vacacaí-Mirim com drenagem do bioma mata atlântica e o Rio Vacacaí, com drenagem preferencialmente do bioma pampa. Esta é uma característica importante de ser destacada, pois ela se reflete na característica dos usuários da bacia. Interessante aqui também destacar, que existe uma diferença em relação aos usos da água e a posição geográfica da bacia. Apesar de compor a Região Hidrográfica do Guaíba, apresenta características de uso da água e sociais muito mais próximas à Região Hidrográfica do Uruguai.

Vacacai "Grande" foi um apelido local dado ao Rio Vacacaí (pois é assim que os gabrielenses o chamam, já que sua nascente primária localiza-se no município de São Gabriel). Outra confusão surge quando rebatizaram o Arroio Araricá, incorporando-o ao Rio Vacacaí, por considerarem que o mesmo era um afluente do dito Vacacaí. Outra curiosidade histórica foi o nome original do Rio Arenal, antigamente chamado de "Bacacay Miri", e o Rio Cadeña, que um dia foi Arroio Santa Maria e associados.

O Comitê Vacacaí teve início no ano de 1999, tendo sua primeira ata lavrada no dia 14 de dezembro de 1999. Desde a sua instalação verifica-se fortemente em sua plenária a presença das Universidades, dos representantes da agricultura irrigada, principalmente orizícola (dentre estes, é importante destacar os sindicatos) e representantes do abastecimento público. Os municípios que têm participado fortemente e com assiduidade da plenária são Santa Maria, São Sepé, Restinga, Formigueiro e São Gabriel.

Conflitos observados pela disponibilidade e uso da água entre irrigantes e abastecimento humano, são raramente observados, gerando apenas soluções pontuais de conflito em períodos de crise hídrica (como neste ano atípico de escassez hídrica, 2019-2020). Também não há conflito estabelecido entre irrigantes e lazer, apenas algumas reclamações de pescadores quanto a possíveis impactos das lavouras e das bombas hidráulicas sobre a quantidade de peixes na bacia. Um dos principais problemas observados na bacia, no entanto, refere-se ao transporte de sedimentos. Se por um lado existe o conflito entre as empresas extratoras de areia e todo o impacto gerado por esta atividade, por outro lado o assoreamento do Rio Vacacaí-Mirim e a consequente inundação de suas margens é um problema recorrente nas atas do Comitê. O problema se agrava, pois a regulamentação da atividade de desassoreamento é restrita, dificultando esta prática. Assim, é necessário o desenvolvimento de estudos, práticas e conceitos neste trecho específico da bacia para a solução deste problema.

Com este panorama geral da gestão dos recursos hídricos na bacia, não se percebe a existência de conflitos pelo uso da água na região, mas sim, a necessidade de aprimoramento dos instrumentos e articulações interinstitucionais.

[78] Texto elaborado pelo Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim.

2 Caracterização da bacia hidrográfica considerando aspectos físicos, bióticos e socioeconômicos

2.1 Localização

O Estado do Rio Grande do Sul está dividido em vinte e cinco bacias hidrográficas, agrupadas em três distintas Regiões Hidrográficas, a saber: Região Hidrográfica do Uruguai, Região Hidrográfica do Guaíba e Região Hidrográfica do Litoral. Os limites das Regiões e das bacias hidrográficas podem ser visualizados na Figura 1.

A Região Hidrográfica do Uruguai compreende as Bacias Hidrográficas dos rios Apuaê-Inhandava (código U010), do Rio Passo Fundo (U020), dos rios Turvo - Santa Rosa - Santo Cristo (U030), do Rio Piratinim (U040), do Rio Ibicuí (U050), do Rio Quaraí (U060), do Rio Santa Maria (U070), do Rio Negro (U080), do Rio Ijuí (U090), do Rio da Várzea (U100) e dos Rios Butuí – Icamaquã (U110). A Região Hidrográfica do Guaíba compreende as Bacias Hidrográficas do Rio Gravataí (G010), do Rio dos Sinos (G020), do Rio Caí (G030), do Rio Taquari - Antas (G040), do Alto Jacuí (G050), dos Rios Vacacaí – Vacacaí Mirim (G060), do Baixo Jacuí (G070), do Lago Guaíba (G080) e do Rio Pardo (G090). A Região Hidrográfica do Litoral compreende as Bacias Hidrográficas do Rio Tramandaí (L010), do Litoral Médio (L020), do Rio Camaquã (L030), da Lagoa Mirim e do Canal São Gonçalo (L040) e do Rio Mampituba (L050).

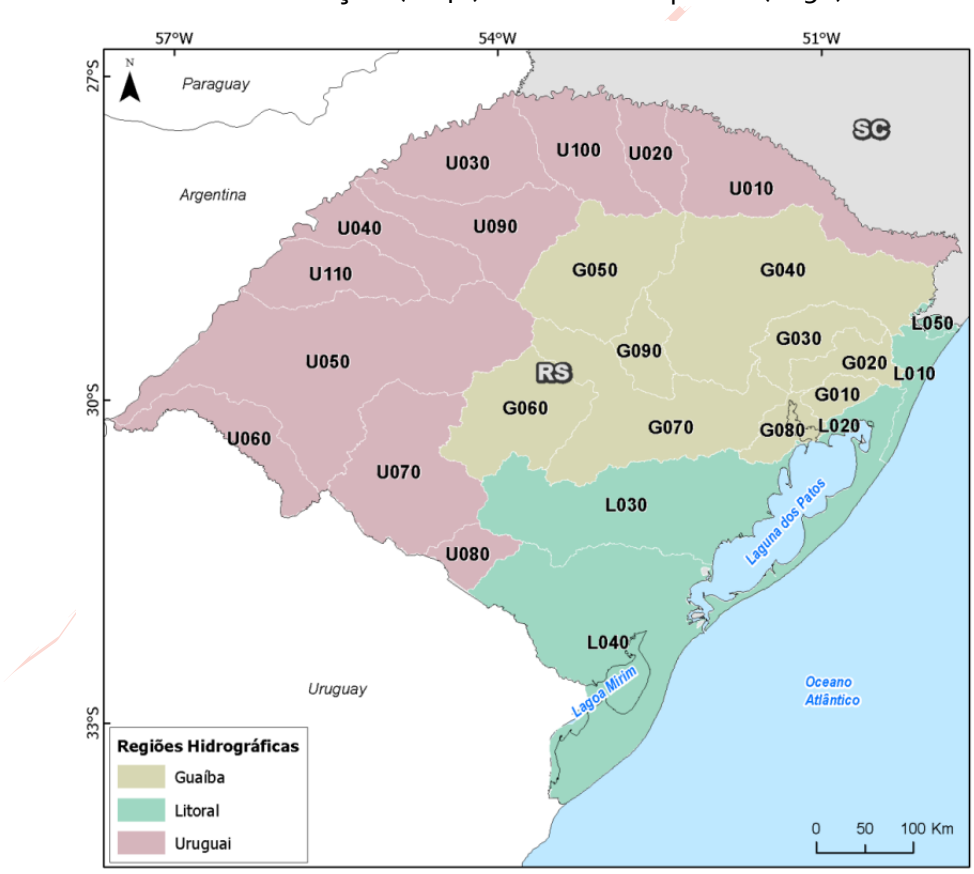


Figura 1: Limite das Regiões Hidrográficas e das bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul

A Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim (BHVVM) está inserida na Região

Hidrográfica do Guaíba, localizada na porção centro-ocidental do Estado, totalizando uma área de drenagem de 11.177 km² (Figura 2). As coordenadas geográficas limite da BHVVM são: Longitudes -53,07° (Leste) e -54,55° (Oeste), e Latitudes -29,49° (Norte) e -30,76° (Sul).

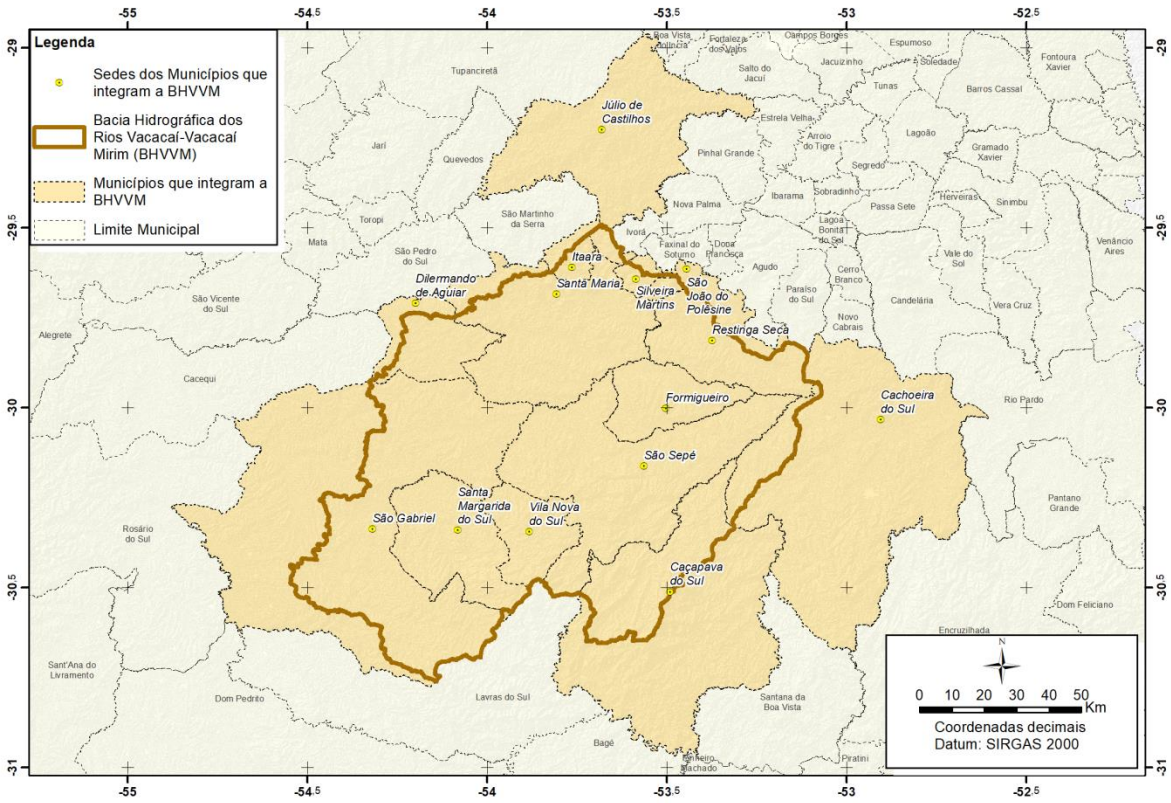


Figura 2: Limites da BHVVM e municípios inseridos na bacia

As áreas dos municípios inseridos na bacia hidrográfica foram estimadas por meio de geoprocessamento[79] (programa ArcMap versão 10.7). Para fins de gestão de recursos hídricos, foi definido que um município integra a bacia hidrográfica quando a área mínima dentro da bacia for de no mínimo dois quilômetros quadrados (02 Km²) (ou seja, metade da área de uma quadrícula das Cartas Topográficas, escala 1:50.000, da Divisão de Levantamento do Serviço Geográfico do Exército) bem como o percentual for superior a 0,10% da área total do município[80].

A partir destes critérios, quatorze municípios integram a BHVVM (Quadro 7), os quais estão totalmente ou parcialmente inseridos na bacia. Os municípios de Formigueiro, Santa Margarida do Sul, São Sepé e Vila Nova do Sul possuem todo seu território na bacia. Municípios de Dilermando de Aguiar, Itaara, Restinga Sêca, Santa Maria, São Gabriel e Silveira Martins possuem mais da metade da área localizada na bacia. Os municípios com menor área

[79] Foram utilizados os arquivos vetoriais dos limites da bacia e dos limites municipais da Base cartográfica do RS, escala 1:25.000 (BCRS25), versão 1.0 de 2018. Disponível em: https://www.sema.rs.gov.br/cartografia
[80] SEMA. Relatório Anual de Recursos Hídricos 2009-2010. Rio Grande do Sul. 2010.

dentro da BH são Cachoeira do Sul (8%) e Itaara (3%). Ivorá, por apresentar apenas 0,61 km² dentro da bacia (0,0049% da área do município dentro da BH), foi desconsiderado no diagnóstico da Bacia Hidrográfica.

Quadro 7: Municípios inseridos na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim

Município	Área Total do Município (km²)	Área do município na bacia (km²)	Porcentagem da área do município na bacia
Caçapava do Sul	3057,93	920,33	30,10%
Cachoeira do Sul	3725,30	312,55	8,39%
Dilermando de Aguiar	603,74	430,85	71,36%
Formigueiro	580,64	580,64	100,00%
Itaara	172,46	102,11	59,21%
Júlio de Castilhos	1931,30	60,16	3,12%
Restinga Sêca	960,34	742,72	77,34%
Santa Margarida do Sul	951,26	950,91	99,96%
Santa Maria	1779,54	1599,86	89,90%
São Gabriel	5023,62	2640,90	52,57%
São João do Polêsine	89,33	43,58	48,78%
São Sepé	2201,12	2200,98	99,99%
Silveira Martins	118,61	79,94	67,39%
Vila Nova do Sul	509,92	509,92	100,00%

2.2 Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGs)

Para facilitar o processo de planejamento e gestão dos recursos hídricos, a Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí - Vacacaí-Mirim foi segmentada em seis unidades, cada qual com características ambientais e socioeconômicas homogêneas, conforme a Figura 3. As unidades, denominadas Unidades de Planejamento e Gestão (UPGs), são apresentadas a seguir e estão discriminadas no Quadro 8.

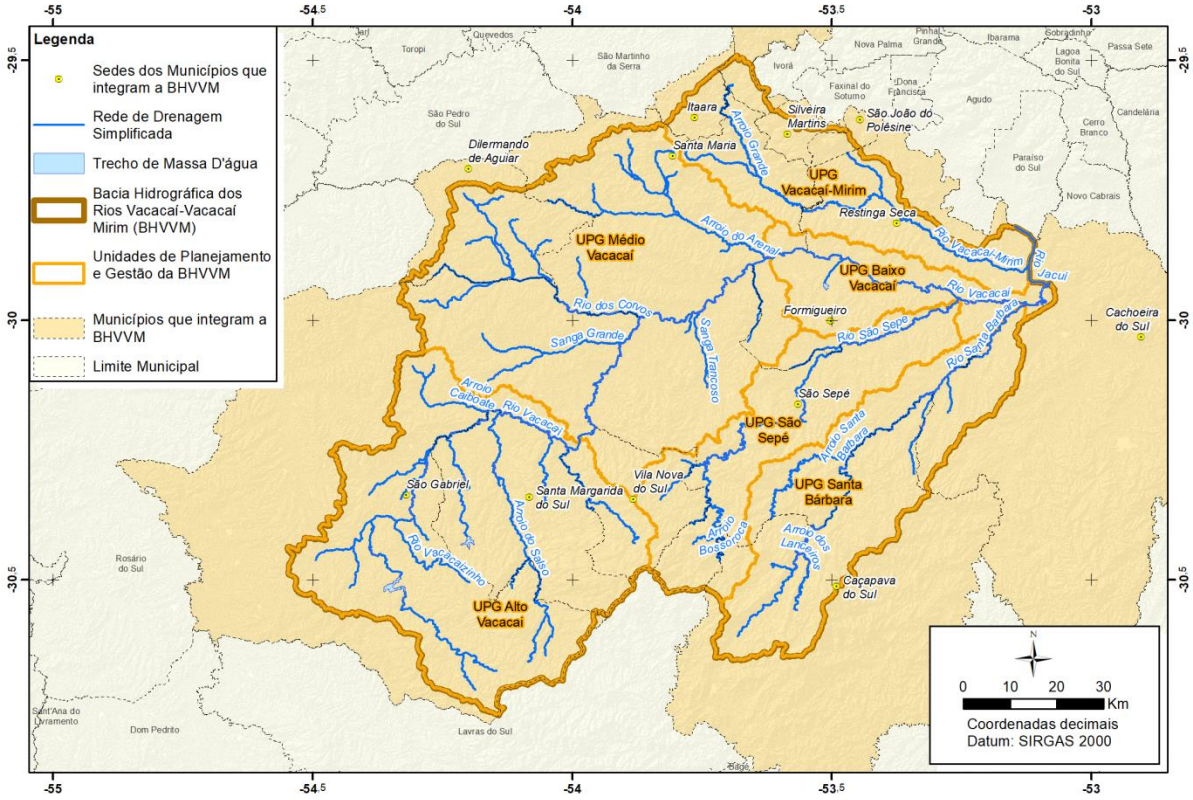


Figura 3: Unidades de Planejamento e Gestão da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí Vacacaí-Mirim

Quadro 8: Unidades de Planejamento e Gestão e suas respectivas áreas e municípios[81]

UPG	Área da UPG na bacia (km²)	% de ocupação na bacia	Municípios abrangidos (% em área dentro da UPG)
Alto Vacacaí (AV)	2967	26,54%	Santa Margarida do Sul (99,96%) São Gabriel (35,71%) Vila Nova do Sul (43,41%)
Médio Vacacaí (MV)	3486	31,19%	Dilermando de Aguiar (71,36%) Formigueiro (22,30%) Santa Maria (67,95%) São Gabriel (16,85%) São Sepé (34,65%) Vila Nova do Sul (20,99%)
Baixo Vacacaí (BV)	662	5,92%	Cachoeira do Sul (0,45%) Formigueiro (58,22%) Restinga Sêca (20,99%) Santa Maria (2,12%) São Sepé (3,08%)
Santa Bárbara (SB)	1606	14,37%	Caçapava do Sul (27,82%) Cachoeira do Sul (7,94%) São Sepé (20,87%)

[81] Dados calculados em ambiente de sistema de informação geográfica com dados da BCRS18.

UPG	Área da UPG na bacia (km²)	% de ocupação na bacia	Municípios abrangidos (% em área dentro da UPG)
São Sepé (SS)	1276	11,42%	Caçapava do Sul (2,28%) Formigueiro (19,48%) São Sepé (41,39%) Vila Nova do Sul (35,6%)
Vacacaí-Mirim (VM)	1181	10,56%	Itaara (59,21%) Júlio de Castilhos (3,12%) Restinga Seca (56,35%) Santa Maria (19,83%) São João do Polêsine (48,78%) Silveira Martins (67,39%)
Total	11.177,00	36,35%	

> ***UPG Alto Vacacaí***

Localizada no sudoeste da BHVVM, com 2967 km² (26,54% da bacia). É composta por porções dos municípios de São Gabriel, Santa Margarida do Sul e Vila nova do Sul. É a UPG na qual nascem os rios Vacacaí, Vacacaizinho, Arroio do Salso, em regiões com altitudes máximas de 400-450 metros. A UPG Alto Vacacaí é representada pela sub-bacia do Rio Vacacaí até o ponto de coordenadas de Latitude -30,233 e Longitude -53,985, na região de transição dos municípios de São Gabriel e Vila Nova do Sul.

> ***UPG Médio Vacacaí***

A UPG Médio Vacacaí possui terras baixas e planas com uma área de 3486 km² (31,19% da bacia), sendo a maior UPG da bacia. Está localizada no centro-norte da bacia e possui o maior número de porções de municípios, sendo eles: Dilermando de Aguiar, Formigueiro, Santa Maria, São Gabriel, São Sepé e Vila Nova do Sul. Essa UPG representa a continuação do Rio Vacacaí, o qual recebe contribuições do Rio dos Corvos e do Arroio Arenal, localizados no oeste da bacia até o ponto de coordenadas de Latitude -29,88 e Longitude -53,616. A UPG Baixo Vacacaí possui uma pequena área do bioma Mata Atlântica, com 0,78%, localizada pontualmente no norte desta.

> ***UPG Baixo Vacacaí***

A menor UPG da bacia, com uma área de 662 km² (5,92% da bacia). É o final do trecho do Rio Vacacaí, nas terras mais baixas e planas localizadas no nordeste da bacia. A UPG é composta pelos municípios: Cachoeira do Sul, Formigueiro, Restinga Sêca, Santa Maria e São Sepé. A UPG possui extensão até a foz, no nordeste da BHVVM, onde o Rio Vacacaí deságua no Rio Jacuí.

> ***UPG Santa Bárbara***

A UPG Santa Bárbara está localizada no sudeste da BHVVM, com 1606 km² (14,37% da bacia). Essa UPG é composta por porções de apenas três municípios: Caçapava do Sul, Cachoeira do Sul e São Sepé. Possui nascentes no sul da UPG, com altitudes máximas de 350-400 metros. A rede de drenagem possui uma orientação sudoeste para nordeste e os cursos d'água Arroio Santa Bárbara e Rio Santa Bárbara são os principais da UPG. No nordeste da bacia, o Rio Santa Barbara deságua próximo da foz do Rio Vacacaí, onde encontra o Rio Jacuí.

> ***UPG São Sepé***

UPG com 1276 km², representando 11,42% da BHVVM. Essa UPG está localizada no centro sudeste da bacia, percorrendo municípios de Caçapava do Sul, Formigueiro, São Sepé e Vila Nova do Sul. De forma semelhante com a UPG Santa Bárbara, essa UPG tem drenagem com orientação sudoeste para nordeste e nascentes no sul da UPG, porém com altitudes máximas de 400-450 metros. O Rio São Sepé, principal da UPG, nasce no sul do município de São Sepé, percorre a margem de sua área urbana e serve de limite municipal deste município com Formigueiro. Também deságua no Rio Vacacaí, no nordeste da bacia.

> ***UPG Vacacaí Mirim***

UPG localizada no norte da bacia, com menor área (1181 km², 10,56% da bacia). Está localizada em porções dos municípios de Itaara, Júlio de Castilhos, Restinga Seca, Santa Maria, São João do Polêsine e Silveira Martins. A UPG Vacacaí Mirim possui a faixa transicional dos biomas Mata Atlântica e Pampa, com, 45,34% e 54,66%, respectivamente. A UPG tem as maiores altitudes registradas da bacia, na faixa de 450-500 m. O Rio Vacacaí-Mirim, principal da UPG, tem início no município de Itaara, no noroeste da UPG, percorre a margem da área urbana do município de Santa Maria e cruza o município de Restinga Sêca, onde encontra o Rio Jacuí.

2.3 Hidrografia

Os principais rios da BHVVM são os Rios Vacacaí e Vacacai-Mirim, que nomeiam a bacia (Figura 4). Esses rios e os demais cursos hídricos desaguam no Rio Jacuí e compõem a Região Hidrográfica do Guaíba. As nascentes afloram principalmente nas áreas sul e norte da bacia, onde são registradas as maiores altitudes, na faixa de 350-400 m e 400-500 m, respectivamente[82]. A orientação preferencial dos rios é de sudoeste para nordeste, aproveitando estruturas do substrato geológico com exceção da UPG Vacacaí-Mirim, que apresenta escoamento preferencial de noroeste para sudeste. Essa diferença reflete a heterogeneidade das unidades geotectônicas da bacia, que serão melhor abordadas no item 2.4 (Caracterização dos Sistemas Aquíferos).

Segundo a Base Cartográfica (BCRS18) da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul (SEMA-RS), os rios da BHVVM são: Rio dos Corvos, Rio Santa Bárbara, Rio São Sepé, Rio Vacacaizinho, Rio Vacacaí e Rio Vacacai-Mirim, possuindo extensões distintas[83] (Quadro 9). Os demais cursos hídricos são arroios e sangas. Dentre eles, destaca-se o Arroio Santa Bárbara, com 104,7 km, tributário do Rio Santa Bárbara; e o Arroio do Salso, com 75,1 km, tributário do Rio Vacacaí. Todos os cursos d'água da bacia possuem dominialidade estadual[84]

[82] Valores extraídos do Modelo Digital de Elevação SRTM (Shuttle Radar Topography Mission).
[83] Dados calculados em ambiente de sistema de informação geográfica com dados da BCRS18.
[84] Consulta realizada na base de dados da ANA. Disponível em: https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home?uuid=7bb15389-1016-4d5b-9480-5f1acdaddof5. Versão 1.3 de 22/07/2014

Quadro 9: Principais cursos hídricos existentes na BHVVM e respectiva extensão

Curso hídrico	Extensão do curso hídrico (km)
Rio dos Corvos	64,8
Rio Santa Bárbara	43,7
Rio São Sepé	113,7
Rio Vacacaí	333,6
Rio Vacacaizinho	36,8
Rio Vacacai-Mirim	144,2
Arroio Santa Bárbara	104,7
Arroio do Salso	75,1

O Rio Vacacaí é o de maior extensão, com 333,6 km, que percorre uma grande extensão da bacia, com orientação predominante de sudoeste para nordeste. O rio nasce no sul da bacia, no município de São Gabriel, e margeia sua área urbana e percorre uma grande extensão do município, além de fazer servir de limite deste município com Santa Margarida do Sul, Vila Nova do Sul e São Sepé. Nessas áreas, recebe as contribuições do rio Vacacaizinho, Arroio do Salso e Arroio Caiboate.

A jusante serve de limite dos municípios de Santa Maria, São Sepé, Formigueiro, Restinga Seca e Cachoeira do Sul. Na sua área intermediária, recebe as contribuições do Rio dos Corvos, Sanga Trancoso e Arroio Arenal. Próxima à foz, recebe as águas dos Rios São Sepé e Santa Bárbara.

Os Rios Vacacaí-Mirim e São Sepé são, respectivamente o segundo e terceiro de maior extensão, com 144,2 e 113,7 km. O Rio Vacacaí-Mirim tem início no município de Itaara, no norte da bacia, cruza o município de Santa Maria e Restinga Seca, onde encontra o Rio Jacuí. Já o Rio São Sepé tem início no sul da bacia, percorre o município de São Sepé e a jusante faz divisão deste com o município de Formigueiro, desaguando no Rio Vacacaí, 25,96 km a montante da sua foz[85]. O Arroio Santa Bárbara nasce no sul da bacia, em Caçapava do Sul, e percorre 104,7 km até virar Rio Santa Bárbara, com mais 43,7 km. Este rio encontra o Rio Vacacaí, próximo da sua foz, 11,04 km a montante.

[85] Distância considera o trecho do rio calculado pelo trecho de drenagem da BCRS18.

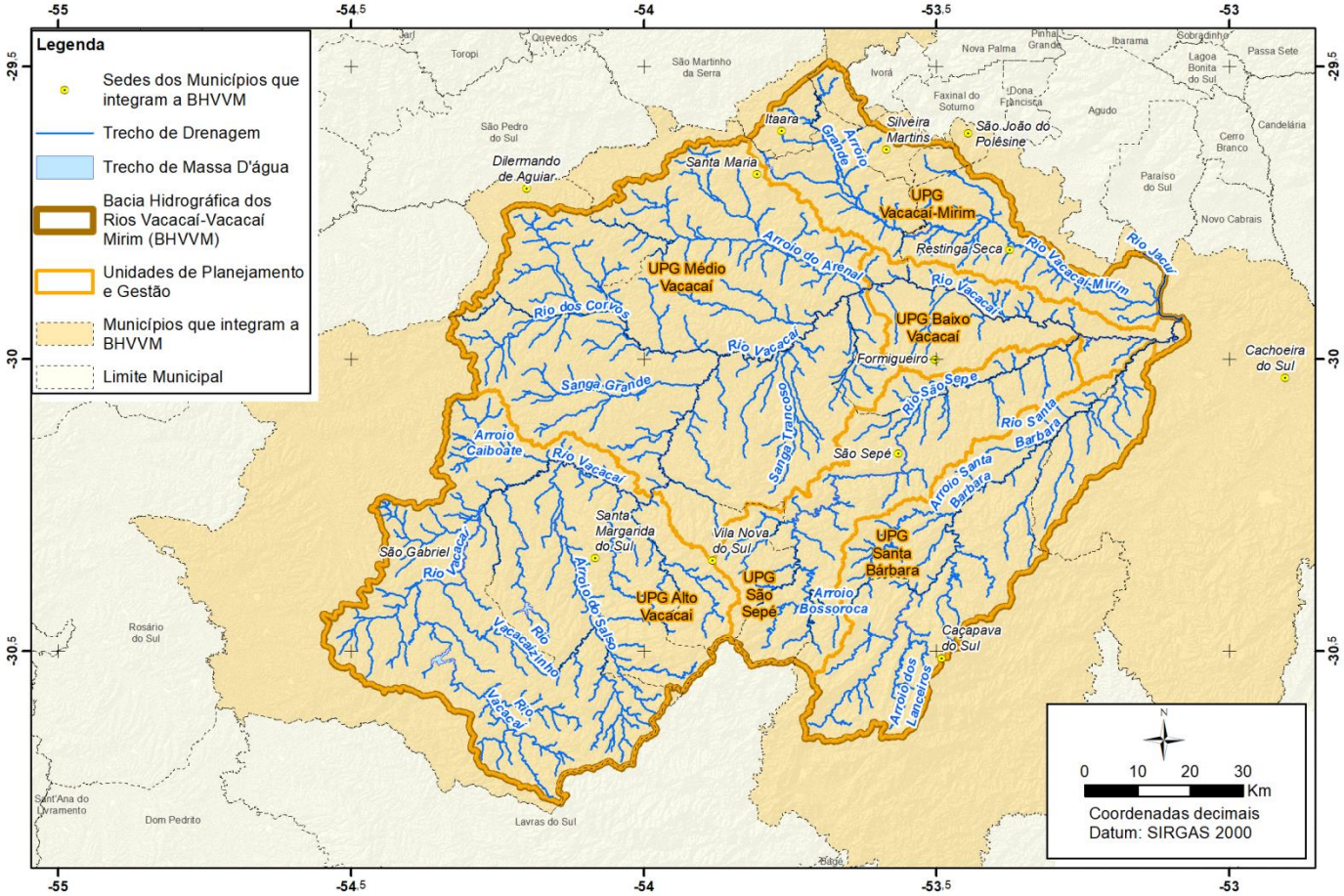


Figura 4: Drenagem da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim.

Um aspecto importante a ser destacado da hidrografia da BHVVM é que possui dois exutórios. Ambos desaguam no Rio Jacuí e estão localizadas no nordeste da bacia (Figura 5). O Rio Vacacaí-Mirim encontra o Rio Jacuí a montante do exutório do Rio Vacacaí, com uma diferença de aproximadamente 7,2 km calculados pela distância do Rio Jacuí.

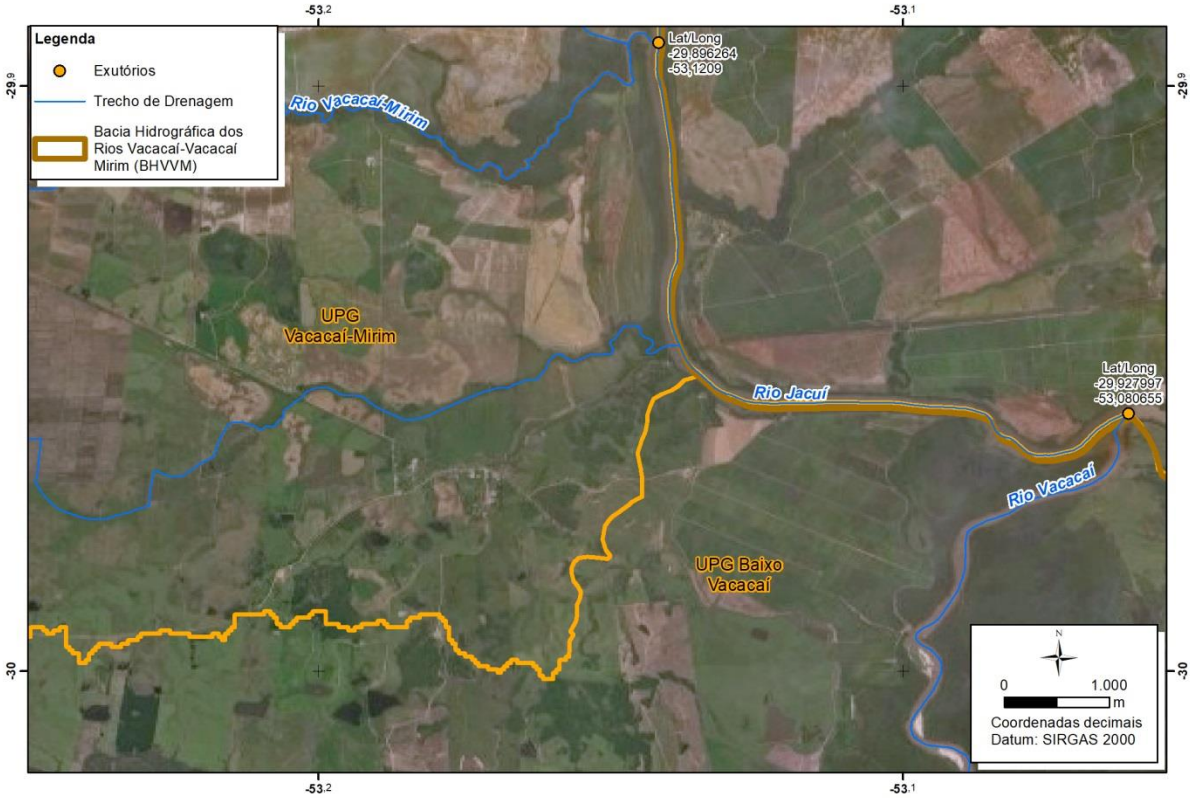


Figura 5: Detalhe da localização dos exutórios dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim

Dessa forma, a partir do exposto acima, uma característica peculiar à BHVVM é de possuir dois exutórios principais que compõem a totalidade da área de drenagem da bacia hidrográfica. Dessa forma, as UPGs do Rio Vacacaí (Alto, Médio e Baixo Vacacaí), Santa Barbara, São Sepé contribuem para o exutório mais à jusante, enquanto que a UPG Vacacaí-Mirim converge para o exutório à montante. Com isso, as duas porções possuem bacias hidrográficas separadas e podem ser consideradas como bacias "independentes" no aspecto quali-quantitativo.

Considerando-se a riqueza de detalhes da hidrografia utilizada como BCRS18 e a fim de facilitar o planejamento e tornar o processo de enquadramento mais didático, foram selecionados os principais trechos de drenagens da BHRM para realização do diagnóstico, sendo que as informações de enquadramento, demanda hídrica, balanço hídrico, áreas de preservação permanente, entre outros, basearam-se em uma hidrografia simplificada (Figura 6). Para a definição desta hidrografia, adotaram-se os seguintes critérios de seleção: corpos hídricos com nome e com ordem 5 na classificação de Sthaler[86]. Como exceção a esses critérios

[86] STRAHLER, A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. New Halen:Transactions: American Geophysical Union. v.38. p. 913-920, 1957.

foram adicionados 3 trechos de drenagem de interesse: trechos sem nome que percorre a área urbana em São Gabriel (local que será instalada a futura ETE), trechos sem nome onde está localizada a ETE de Santa Maria, arroio Cadena, localizado em Santa Maria.

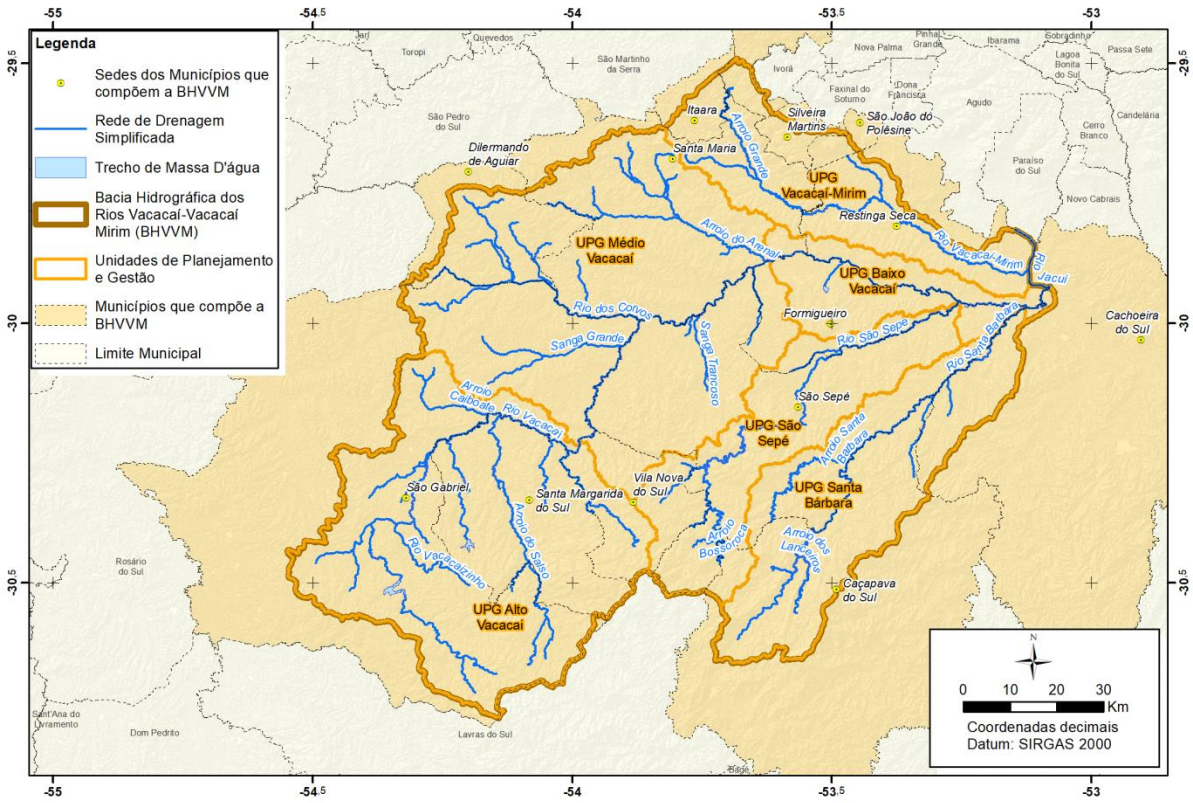


Figura 6: Drenagem simplifica da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim

2.4 Geomorfologia

A compreensão das unidades aquíferas na BHVVM é precedida por uma breve descrição do arcabouço geológico e seus contextos geotectônicos, visto que o manancial subterrâneo em termos quali-quantitativos é função da rocha em que está alojado. Assim, é possível identificar, dentro dos limites da bacia hidrográfica, as áreas mais ou menos promissoras à explotação da água subterrânea.

O Estado do Rio Grande do Sul pode ser compartimentado geologicamente em três grandes províncias[87,88] (Figura 7): Província Mantiqueira, Província Paraná e Província Costeira.

A Província Mantiqueira abriga as rochas mais antigas do estado, com exemplares ígneos e metamórficos paleo a neoproterozoicos parcialmente recobertos por rochas sedimentares e

[87] Porcher, C. A.; Lopes, R. da C. Folha SH.22-Y-A Cachoeira do Sul, estado do Rio de Grande do Sul. Escala 1:250.000. Rio de Janeiro: CPRM, 2000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. CD-ROM.

[88] Almeida, F. F. M. de; Hasui, Y.; Brito Neves, B. B.; Fuck, R. A. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8., 1977, Campina Grande, Atas... Campina Grande: SBG, 1977. p. 363-391.

vulcânicas. Estas rochas estão reunidas no domínio geomorfológico do Escudo Sul-Rio-Grandense (ESRG) localizado, dominantemente, na região central do território gaúcho. Abriga vários fragmentos do que outrora foram extensos cinturões de montanhas desde o Uruguai até o sul da Bahia, como produto de subducções e colagens continentais.

Na face norte e oeste do ESRG afloram rochas da Bacia do Paraná (BP), compondo o compartimento da Província Paraná. Esta província estende-se pelo Uruguai, Argentina, Paraguai, sul, parte do sudeste e centro-oeste do Brasil. Abriga, no RS, duas regiões geomorfológicas, a Depressão Periférica e o Planalto Meridional, ambas representadas na BHVVM. É nesta bacia sedimentar que ocorre o Aquífero Guaraní na unidade hidroestratigráfica Botucatu. Recobrindo a pilha sedimentar empilham-se derrames vulcânicos que antecederam a fragmentação continental entre América do Sul e África formando a Serra Geral e os Campos de Cima da Serra.

A Planície Costeira estende-se por 620 km com orientação NE desde a foz do rio Mampituba, no extremo norte até a foz do arroio Chuí no ponto mais ao sul[89], compreendendo à segunda maior faixa de praial contínua do mundo, atrás apenas do Golfo do México. A Província Costeira compreende a porção emersa da Bacia de Pelotas formada como consequência dos processos de abertura e expansão do assoalho oceânico do Atlântico Sul. Além do processo tectônico envolvido, verifica-se ao menos quatro ciclos transgressivos-regressivos, que indicam flutuações climáticas e variações do nível do mar ao longo dos últimos 400 mil anos. O empilhamento da Bacia de Pelotas se dá sobre as rochas do embasamento cristalino (ESRG) na porção centro-sul e sobre as rochas sedimentares e vulcânicas da Bacia do Paraná na parte norte.

[89] Tomazelli, L. J.; Dillenburg, S. R.; Villwock, J. A.; Barboza, E.G.; Bachi, F. A.; Dehnhardt, B. A.; Rosa, M. L. C. C. 2007. Sistemas deposicionais e evolução geológica da planície costeira do Rio Grande do Sul: uma síntese. In: IANNUZZI, R.; FRANTZ, J. C. (Ed.). 50 anos de geologia: Instituto de Geociências, contribuições. Porto Alegre: Comunicação e Identidade. p. 327-340

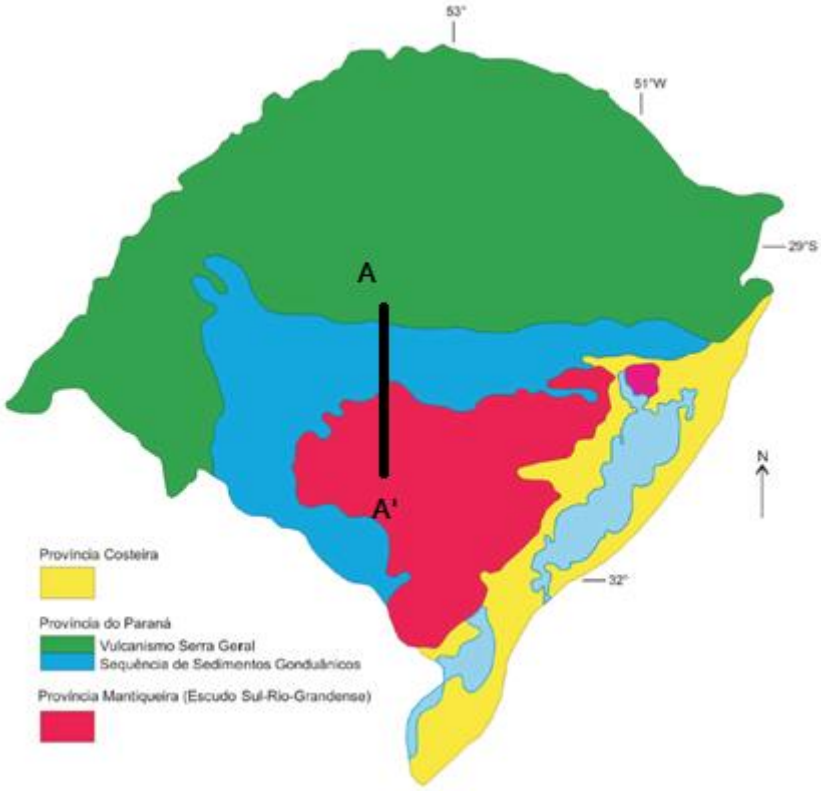


Figura 7: Províncias geológicas do Rio Grande do Sul (Wildner e Lopes). ***O corte A-A' representa o perfil característico da BHVVM (*****Figura 8*****)***

Em termos geomorfológicos, a BHVVM abrange três domínios (Figura 8), de sul (A', na Figura 7) para norte (A, na Figura 7): 1) Planalto Uruguaio-Sul-Rio-Grandense (PUSRG) que envolve as formas de relevo desenvolvidas sobre o ESRG; 2) A Depressão Periférica adjacente ao PUSRG e; 3) Planalto Meridional, expresso na BP.

O Planalto Uruguaio-Sul-Rio-Grandense é subdividido em Planalto Residual Canguçu-Caçapava (PRCC) e Planalto Rebaixado Marginal (PRM)[90]. O PRCC apresenta as maiores altitudes (450-500 m) em condições de cimeira e encontra-se individualizado pelo PRM, o que permite sugerir a cronologia relativa destas feições, sendo o PRCC mais antigo que o PRM. O primeiro constitui superfícies aplanadas sustentadas por rochas mais resistentes ao intemperismo, fazendo com que o padrão de relevo neste sub-domínio seja representado por amplas colinas de vertentes suaves e drenagens dendríticas a sub-dendríticas de textura média. Já o PRM possui altitudes não superiores aos 400 m e formas mais variadas como colinas com vertentes pouco a moderadamente dissecadas, cristas isoclinais, cuestas e hogbacks. Os padrões de drenagem também são variados, visto que o PRM ocorre sobre uma grande diversidade litológica, como rochas metapelíticas, que desenvolvem arranjo pinado da drenagem, indicando uma alta densidade de canais por unidade de área, rochas gnáissicas, com drenagens dendríticas a subdendríticas, entre outras.

[90] Justus, J. O.; Machado, M. L. A.; Franco, M. S. M. Geomorfologia. In: Projeto RADAMBRASIL, 33. FolhaSH-22 – Porto Alegre e parte das folhas SH-21 – Uruguaiana e SI-22 – Lagoa Mirim. Rio de Janeiro: IBGE,1986, p. 313-404.

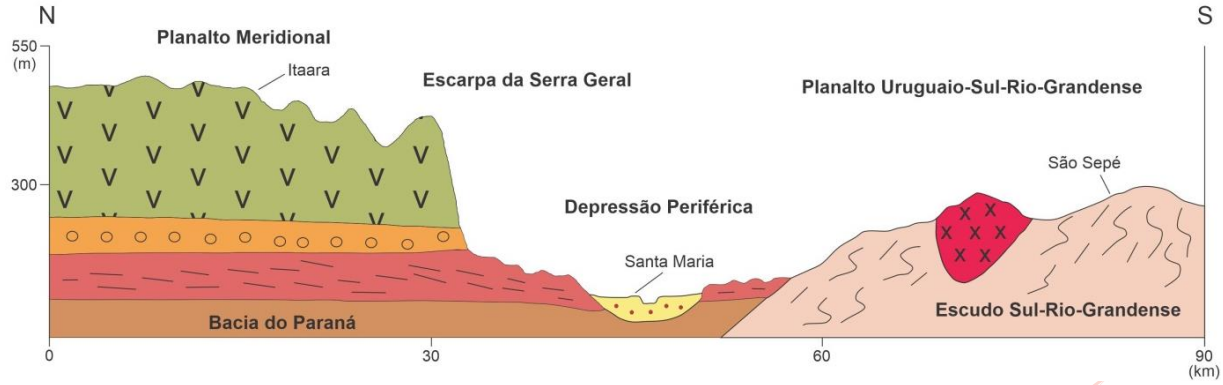


Figura 8: Seção esquemática A-A' dos domínios geomorfológicos que ocorrem na BHVVM. Modificado de Dantas *et al.*[91].

Áreas de ocorrência de rochas sedimentares no escudo correspondentes às bacias do Camaquã e do Paraná em menor escala apresentam formas ruiniformes com vertentes pronunciadas características de terrenos sedimentares, ainda assim abrangidas pelo PRM, por não possuírem grandes elevações. Nestas porções a textura da rede de drenagens é mais grossa e menos densa, indicando áreas com significativo potencial de infiltração. Pulsos de soerguimento regionais elevaram a área do ESRG promovendo sua circundesnudação e reduzindo espacialmente os representantes sedimentares às porções mais baixas. Estes fenômenos promoveram a reativação de grandes estruturas e a retração das unidades da BP construindo uma vasta área rebaixada em condição interplanáltica, correspondente à Depressão Periférica (Ab'Saber, *op. cit.*; Suertegaray, 2010[92]; Dantas *et al.*, *op. cit.*). Ao longo deste domínio desenvolveram-se os principais cursos d'água do estado que contam com amplas planícies de inundação, além de ocorrer, também, coxilhas modestas com altitudes inferiores aos 100 m (Dantas *et al.*, *op. cit.*).

O outro domínio geomorfológico que ocorre na BHVVM é o Planalto Meridional que abrange a quase totalidade da metade norte do estado comportando suas maiores elevações. A transição entre a depressão e o planalto se dá a partir de encostas íngremes, por vezes, retilíneas, que definem a Escarpa da Serra Geral. Esta faixa transicional ocorre tanto no contato com a Planície Costeira, quanto com a Depressão Periférica. Nesta última as elevações são menores e observam-se muitos morros testemunhos. Alçada sobre as encostas encontra-se, por fim, o Planalto Meridional, que é sustentado pelas rochas vulcânicas da Formação Serra Geral construindo um cenário de coxilhas suaves e de topos aplanados. Este cenário, quando interceptado por profundas estruturas geológicas rúpteis em subsuperfície, tipo fraturas e falhas promove a recarga do Sistema Aquífero Serra Geral e mesmo do Sistema Aquífero Botucatu, quando conectados. A interação deste domínio com a franja escarpada da Serra Geral se dá por esta última ser, caracteristicamente, uma zona de descarga através de falhas, fraturas, ou contatos entre os derrames vulcânicos.

[91] Dantas, M. E.; Viero, A. C.; Silva, D. R. A. da. Origem das Paisagens in Viero, Ana Cláudia; Silva, Diogo Rodrigues Andrade da. Geodiversidade do estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: CPRM, 2010. 212 p. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade.

[92] Suertegaray, D. M.A. Geomorfologia do Rio Grande do Sul, o saber de Ab'Saber in Modenesi-Gautieri, M. C.; Bartorelli, A.; Mantesso-Neto, V.; Carneiro, C.D.R.; Lisboa, M.B.A.L. (orgs.) – A Obra de Aziz Nacib Ab'Saber, 2010.

2.5 Sistemas aquíferos

A ocorrência de águas subterrâneas na BHVVM está sujeita ao arranjo estrutural e ao arcabouço geológico do Escudo Sul-Rio-Grandense (ESRG) e da Bacia do Paraná (BP), sendo que cerca de 70% da área de contribuição dos aquíferos da BHVVM se dá nas áreas de predominância de afloramentos da Bacia do Paraná e pouco menos de 30% nas do Escudo Sul-Rio-Grandense (Figura 10). A partir das características de as homogeneidades hidroestratigráficas, os sistemas aquíferos podem ser caracterizados em três grupos[93,94,95,96]: 1) Embasamento, ou seja, aqueles que ocorrem nas rochas ígneas, metamórficas e coberturas sedimentares do ESRG; 2) Sedimentares da Bacia do Paraná e; 3) Vulcânicos da Bacia do Paraná. As unidades aquíferas do Embasamento são: Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II (12,44% aproximadamente em área da bacia hidrográfica), Sistema Aquífero Embasamento Cristalino III (0,81%) e Aquicludes Eopaleozoicos (14,8%). As unidades aquíferas Sedimentares da Bacia do Paraná são: Sistema Aquífero Palermo/Rio Bonito (19,41%), Aquitardos Permianos (14,49%), Sistema Aquífero Guarani - Unidade Aquífera Sanga do Cabral/Piramboia (29,55%), Sistema Aquífero Guarani – Unidade Aquífera Santa Maria (5,5%) e Sistema Aquífero Guarani – Unidade Aquífera Botucatu (0,25%). Por último, as unidades aquíferas Vulcânicas da Bacia do Paraná são: Unidade Aquífera Basalto/Botucatu (0,41%) e Sistemas Aquíferos Serra Geral II (2,33%). A Figura 9 apresenta as unidades aquíferas existentes na região da bacia hidrográfica e a Figura 10 o agrupamento por possibilidade aquífera. Na sequencia, é apresentado o descritivo de cada uma das unidades.

[93] Machado, J. L. F.; Freitas, M. A. de. Projeto mapa hidrogeológico do Rio Grande do Sul: relatório final. Porto Alegre: CPRM, 2005. CD-ROM e mapa escala 1:750.000. Convênio SOPS-SEMA-DRH/RS-CPRM.

[94] Poland J. F.; Lofgren B. E.; Riley F. S. Glossary of selected terms useful in studies in the mechanisms of the aquifer systems and land subsidence due to fluid withdrawal. U.S. Geological Survey, Water-Supply Paper, n. 2025, 1972. 9 p.

95 Laney R. L.; Davidson C. R. Aquifer-nomenclature guidelines. U.S. Geological Survey, Open-file Report, 86-534, 1986.46 p.

96 Jorgensen, D.G.; Helgeson, J.O.; Imes, J.L. Aquifer Systems underlying Kansas, Nebraska , and parts of Arkansas, Colorado, Missouri, New Mexico, Oklahoma, South Dakota, Texas and Wyoming- Geohydrologic framework. U.S. Geological Survey, Professional Paper, 1414-B, 1993. 238 p

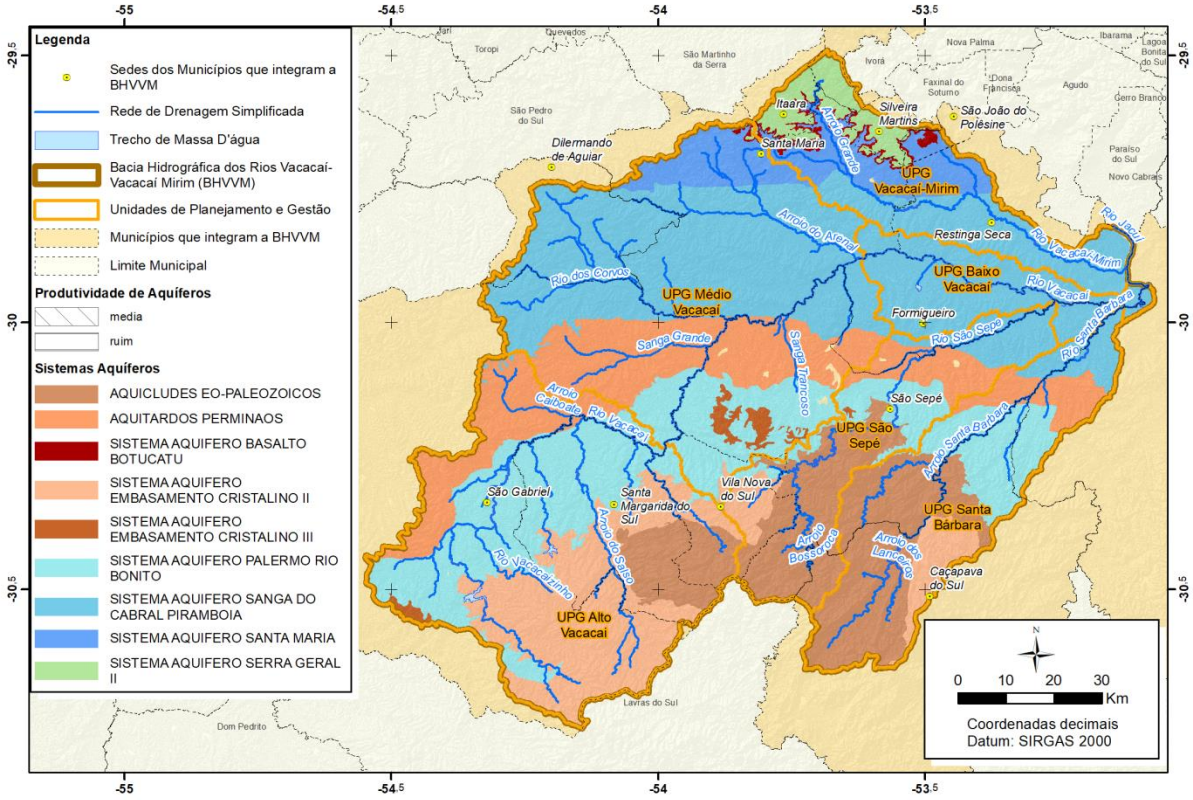


Figura 9: Sistemas aquíferos que ocorrem na BHVVM e sua produtividade aquífera. Modificado de Machado e Freitas.

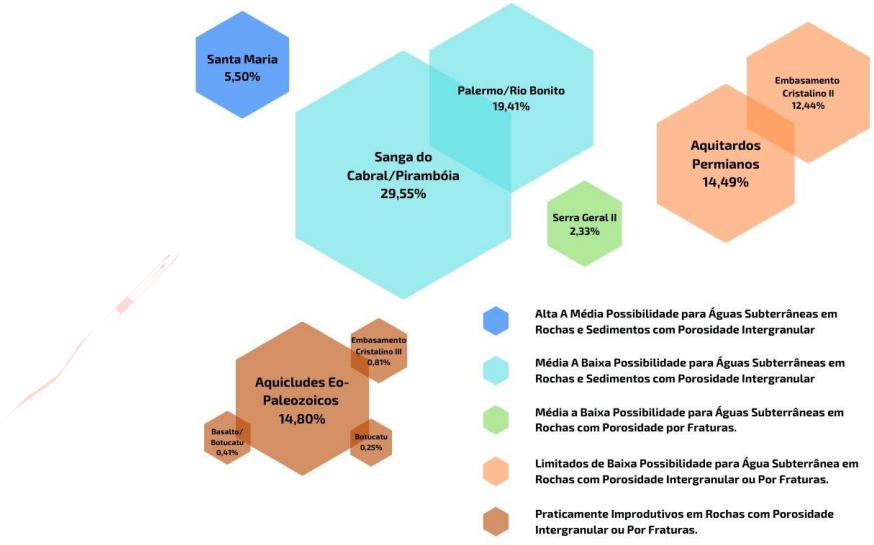


Figura 10: Distribuição percentual dos aquíferos na Bacia dos Rios Vacacaí - Vacacaí-Mirim agrupados por possibilidade aquífera (Adaptado de Kirchheim e Agra, 2011[97])

[97] Kirchheim, R. E.; Agra, S. G. "Diagnóstico hidrogeológico do Estado do RS: uma ferramenta para o plano estadual de recursos hídricos." (2011).

2.5.1 *Unidades Aquíferas do Embasamento*

As unidades aquíferas do embasamento ocorrem em 28,05% da área da BHVVM. Possuem baixa possibilidade para recursos hídricos subterrâneos com capacidades específicas (razão entre vazão e rebaixamento observado em um poço) geralmente baixas em função das características litológicas e estruturais. Ocorrem, mesmo que com pouca frequência, poços com boa capacidade específica. A deformação das rochas geradas durante o processo de colisão continental e geração de cinturões orogênicos dificulta a formação de fraturas abertas, que determinam a permeabilidade em rochas ígneas e metamórficas, principalmente. Além disso, o intemperismo das rochas de composição predominantemente granítica forma solos argilosos que dificultam a infiltração da precipitação, favorecendo o escoamento superficial.

As coberturas sedimentares da Bacia do Camaquã, que afloram sobrepostas aos representantes ígneos e metamórficos do ESRG, possuem porosidade intergranular, mas mesmo assim são pouco férteis à ocorrência de quantidades significativas de águas subterrâneas. Em função dos processos de diagênese atuantes na evolução da Bacia, como compactação e cimentação com dissolução, precipitação e sobrecrescimento de minerais, as propriedades hidráulicas das rochas sedimentares foram prejudicadas, com redução da porosidade e permeabilidade intergranular e, por consequência, da capacidade de armazenar e transmitir água.

Assim, agrupados nas Unidades Aquíferas do Embasamento, tem-se:

- ***Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II***

  Esse sistema é caracterizado por apresentar uma baixa possibilidade para água subterrânea, com porosidade secundária representada por fraturas e falhas locais. Sua capacidade específica é abaixo de 0,5 m³/h/m, que pode justificar a frequente ocorrência de poços secos. Compreende os limites do ESRG sendo constituído por rochas ígneas (granitoides e andesitos) e metamórficas (gnaisses, xistos, filitos e mármores). Os locais em que os poços captam em rochas graníticas podem ser enriquecidas em flúor. De modo geral, as águas deste sistema são de pH alcalino, de baixa dureza, de salinidade inferior a 300 mg/L e maiores valores de sólidos totais dissolvidos. As características naturais e o processo de ocupação do território determinaram como principal uso o abastecimento de pequenas comunidades rurais e assentamentos (Machado e Freitas, *op. cit.*; Freitas, 2010[98]). Esse sistema está localizado no sul da bacia, nas UPGs Alto Vacacaí, São Sepé e Santa Barbara.

- ***Sistema Aquífero Embasamento Cristalino III***

  É um sistema praticamente improdutivo localizado nas maiores altitudes do ESRG, na parte sul da BHVVM, representando o Planalto Residual Canguçu-Caçapava do Sul. É constituído por rochas graníticas maciças, gnaisses, andesitos e riolitos pouco alterados. A porosidade, quando existente, é secundária por meio de fraturas raramente interconectadas, reduzindo consideravelmente a permeabilidade. Além

[98] Freitas, M. A. Recursos Hídricos Subterrâneos in Viero, Ana Cláudia; Silva, Diogo Rodrigues Andrade da. Geodiversidade do estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: CPRM, 2010. 212 p. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade.

disso, a condição topográfica inviabiliza a locação de poços tubulares no sistema (Freitas, *op. cit.*). Esse sistema está localizado na área central da bacia, nas UPGs Médio Vacacaí e São Sepé.

> ***Aquicludes Eopaleozoicos***

Os Aquicludes Eopaleozoicos são improdutivos para águas subterrâneas, ocupam áreas do ESRG que estão recobertas por rochas sedimentares da Bacia do Camaquã, compreendem basicamente arenitos médios a finos com forte cimentação de carbonatos, sílica e óxidos de Fe e intercalações com grandes camadas de conglomerados e turbiditos, sem porosidade e permeabilidade intergranular. Esta cimentação preenche os espaços vazios intergranulares promovendo a baixa porosidade e permeabilidade, tornando o sistema granular impermeável. A parca ocorrência de fraturas pode, localmente, servir como meio poroso para acumulação de água, no entanto, reitera-se que esta porosidade secundária é de caráter local. Assim, os poços tubulares locados neste sistema não apresentam vazão mínima ou são até mesmo secos. Os Aquicludes Eo-Paleozóicos possuem ocorrência no sul da bacia, nas UPGs Alto Vacacaí, São Sepé e Santa Barbara.

2.5.2 Unidades Aquíferas Sedimentares da Bacia do Paraná

As unidades aquíferas sedimentares da BP ocupam cerca de 70% da BHVVM e abrigam o Sistema Aquífero Guarani (SAG). Possuem um amplo espectro de possibilidades aquíferas, desde alta até baixa, com capacidades específicas variáveis. As características geoquímicas das águas também são variadas em função da unidade hidroestratigráfica na qual encontram-se armazenadas e o tempo de permanência. Caracteristicamente a porosidade das unidades sedimentares da BP é intergranular (primária), ocorrendo, também, porosidade secundária através de estruturas rúpteis (fraturas e zonas de falha), que incrementam, por vezes a potencialidade aquífera das rochas. Neste sentido, as unidades hidroestratigráficas sedimentares da BP são:

> ***Sistema Aquífero Palermo/Rio Bonito***

Este sistema possui média a baixa possibilidade para o armazenamento e a transmissão da água subterrânea. É representado por arenitos médios a finos com camadas de siltitos argilosos e carbonosos intercaladas refletindo a sucessão de ambientes continentais litorâneos – Formação Rio Bonito (flúvio-deltaicos) - a marinhos plataformais e profundo – Formação Palermo (Milani *et al.*, *op. cit.*; Wildner e Lopes, *op. cit.*). A alternância de pacotes sedimentares pelíticos (finos) e arenosos como reflexo de oscilações do nível do mar durante sua deposição (Milani *et al.*, *op. cit.*) contribui para a heterogeneidade do potencial aquífero deste sistema (baixo a alto). Possui pouca capacidade específica, com valores abaixo de 0,5 m³/h/m e salinidade dependente da camada na qual se está captando a água (se é de origem marinha, ou flúvio-deltaica). De modo que valores de sólidos totais dissolvidos (STD) na faixa dos 400 mg/L são observados em profundidades mais próximas a superfície, em maiores profundidades, em condição de confinamento, este aquífero pode apresentar cifras de STD de 2000 mg/L ou ainda superiores a 10.000 mg/L em grandes profundidades (Freitas, *op. cit.*). A classificação geoquímica das águas do sistema Palermo/Rio Bonito é do tipo sulfatada e

cloretada; o primeiro representa alta concentração de minerais sulfetados (pirita) nas camadas mais carbonosas da sequência e pH mais ácido. Tais águas possuem um tempo de permanência no aquífero suficientemente grande para dissolver o mineral. Já o segundo diz respeito a águas sódicas, de baixa dureza, teor alto de sólidos totais dissolvidos e pH alcalino, relacionada às camadas porosas de origem marinha com grande tempo de residência e, ainda, grande confinamento. A utilização deste aquífero para abastecimento é restrito e deve-se considerar a estratigrafia do depósito para a locação e definição da profundidade dos poços, sendo fortemente recomendável estudos geofísicos para o refinamento dos projetos construtivos (Machado e Freitas, *op. cit.*; Freitas, *op. cit.*). O Sistema Aquífero Palermo/Rio Bonito cruza de leste a oeste na porção sul da bacia, nas UPGs Alto Vacacaí, Médio Vacacaí, São Sepé e Santa Barbara.

> ***Aquitardos Permianos***

Aquitardo consiste num termo hidrogeológico que define um corpo poroso de baixíssima permeabilidade e fluxo muito lento inviabilizando, por vezes, o aproveitamento hídrico. Este grupo é composto por rochas pelíticas (argilitos, siltitos argilitos, folhelhos pirobetuminosos a camadas de arenitos e margas) que ocorrem em áreas conjuntas ou adjacentes ao embasamento cristalino, na Depressão Periférica. As litologias constituintes dos Aquitardos Permianos, são praticamente improdutivas para o aproveitamento hídrico e poços instalados neste sistema costuma apresentar vazões muito baixas ou até mesmo serem secos, contudo, quando da ocorrência de fraturas, a permeabilidade pode sofrer incrementos consideráveis refletindo em maiores vazões. Possui, entretanto, capacidade específica inferior a 0.1 m³/h/m. As águas podem ser classificadas como duras, com alta concentração de sais cálcicos e magnesianos (Machado e Freitas, *op. cit.*; Freitas *op. cit.*). Esse sistema cruza de leste a oeste na área central da bacia, nas UPGs Alto Vacacaí, Médio Vacacaí, São Sepé e Santa Barbara.

> ***Sistema Aquífero Guarani - Unidade Aquífera Sanga do Cabral/Piramboia***

Esta unidade apresenta média a baixa possibilidade aquífera com porosidade primária intergranular relativamente baixa devido à textura e cimentação. É constituído por níveis síltico-arenosos avermelhados com matriz argilosa, arenitos finos a muito finos com cimento de calcita. A capacidade específica, apesar de muito variável, está entre 0,5 e 1,5 m³/h/m no geral. Possui grande distribuição espacial estendendo-se desde a fronteira com o Uruguai até as partes mais baixas da Escarpa da Serra Geral na região de Taquari. Poços instalados nas áreas de afloramento desta sequência sedimentar possuem águas com baixas salinidades de até 100 mg/L podendo representar sua interação com águas meteóricas. Na medida em que a água é captada em maiores profundidades a salinidade aumenta proporcionalmente superando 300 mg/L de sais dissolvidos nas porções confinadas do sistema aquífero. Na área da BHVVM a salinidade pode ser ainda mais elevada, chegando a 5000 mg/L (Machado e Freitas, *op. cit.*) inviabilizando, portanto, o uso para irrigação e consumo humano direto. A classificação geoquímica é da classe cloretada sódica ou bicarbonatada mista a sódica (Machado e Freitas, *op. cit.*). Esse sistema cruza de leste a oeste na área central norte da bacia, nas UPGs Médio Vacacaí, Baixo Vacacaí, São Sepé, Santa Barbara e Vacacaí-Mirim.

> ***Sistema Aquífero Guarani – Unidade Aquífera Santa Maria***

O Sistema Aquífero Santa Maria possui média a alta possibilidade aquífera, ocorrendo na Formação de mesmo nome com a sucessão sedimentar iniciando com arenitos grossos a conglomeráticos, argilitos avermelhados e siltitos compondo a fração fina e arenitos médios a finos no topo. A ocorrência desta unidade hidroestratigráfica é restrita à porção central do estado. Em áreas fora do limite da BHVVM este sistema aquífero dá sinais de superexploração, inclusive tendo que se aprofundar poços devido ao grande rebaixamento provocado. As porções superficiais apresentam menores capacidades específicas, já em áreas cujo aquífero apresenta-se confinado, a capacidade específica chega até 4 m³/h/m.Em geral a água apresenta pouca quantidade de sais em solução, variando de 50 mg/L a 500 mg/L nas porções superiores podendo alcançar até 2000 mg/l nas partes confinadas. Ressalta-se teores de flúor acima do permitido para potabilidade (Machado e Freitas, *op. cit.*; Freitas, *op. cit.*), podendo ocasionar fluorose dentária se a água não receber um tratamento adequado para redução de F em condições dentro dos valores máximos permitidos. Esse sistema cruza de leste a oeste na área norte da bacia, apenas nas UPGs Médio Vacacaí e Vacacaí-Mirim.

> ***Sistema Aquífero Guarani – Unidade Aquífera Botucatu***

O Sistema Aquífero Botucatu possui baixa possibilidade aquífera na BHVVM. É constituído por arenitos eólicos de granulometria média a fina que se apresentam fortemente cimentados por óxidos de Fe ou sílica, que reduzem sobremaneira sua porosidade e permeabilidade, que quando existente se dá por meio de fraturas. Na BHVVM o Sistema Aquífero Botucatu ocorre em feições escarpas do planalto, por vezes confinado por basaltos da Formação Serra Geral e em altitudes elevadas, em condição de topos-estruturais (Freitas e Machado, *op. cit.*). Esse sistema está pontualmente localizado no norte da bacia, apenas nas UPGs Médio Vacacaí e Vacacaí-Mirim.

2.5.3 Unidade Aquífera Vulcânica da Bacia do Paraná

As rochas vulcânicas que capeiam a sequência sedimentar da Bacia do Paraná produzem sistemas aquíferos cuja porosidade se dá, predominantemente, pela interconexão de fraturas e zonas de falhas. O sistema aquífero correspondente às fácies vulcânicas da BP na região da BHVVM é o Serra Geral II. Na porção basal deste sistema existe intercalação com arenitos da Formação Botucatu, por este motivo insere-se neste contexto de unidade aquífera vulcânica.

> ***Unidade Aquífera Basalto/Botucatu***

Esta unidade não está segmentada do Sistema Aquífero Serra Geral II, pois ocorre na base dos derrames vulcânicos da Formação homônima. Durante o empilhamento de lavas basálticas sobre as paleodunas do grande deserto Botucatu, o sistema eólico permaneceu ativo por um tempo formando intercalações de camadas sedimentares com derrames vulcânicos até que o empilhamento dos derrames atingisse espessura suficiente para barrar o ingresso e acumulação de areias eólicas. Ocorre formando altos topográficos e morros testemunhos em condição topo-estrutural, não favorecendo o armazenamento e a transmissão de águas subterrâneas e não apresentando poços com baixas vazões e até mesmo secos e a porosidade se dá por fraturas. Esse sistema está

pontualmente localizado no norte da bacia, apenas nas UPGs Médio Vacacaí e Vacacaí-Mirim. Possui baixa possibilidade aquífera e está posicionado estratigraficamente acima da Unidade Hidroestratigráfica Botucatu, na interpretação de Machado e Freitas (*op. cit.*).

> ***Sistemas Aquíferos Serra Geral II***

Este sistema é o caracterizado como média a baixa possibilidade aquífera. Sua ocorrência na BHVVM bordeja a Depressão Periférica alçados no Planalto Meridional, é constituído por basaltos, riodacitos e riolitos. A sua capacidade específica média é de 0,5 m³/h/m, mas em zonas fortemente fraturadas e sobrepostas a arenitos pode chegar em torno de 2 m³/h/m. Quanto a salinidade, possui valores abaixo de 250 mg/l, , contudo, em regiões onde o Sistema Aquífero Guarani influencia o Serra Geral II através de descargas ascendentes, podem ser observados valores mais elevados de sais dissolvidos e pH mais alcalino. As águas do Sistema Aquífero Serra Geral II, apresentam boa qualidade para potabilidade, exceto algumas áreas subordinadas, onde verificam-se valores acima do limite de de pH, manganês, ferro. As captações feitas neste sistema têm como principais finalidades de uso o abastecimento das populações e industrial. Esse sistema está localizado no norte da bacia, apenas nas UPGs Médio Vacacaí e Vacacaí-Mirim.

2.5.4 Lineamentos e densidade de drenagem

Em função da sua própria natureza, as águas subterrâneas não estão disponíveis para observação direta e neste sentido o emprego de técnicas de sensoriamento remoto constitui importante aliado na determinação de zonas mais favoráveis à prospecção hidrogeológica ou mesmo na delimitação de áreas de recarga de aquíferos[99]. Mesmo assim, a investigação hidrogeológica a partir de imagens de satélite, de radares ou de fotografias aéreas requer a interpretação tanto objetiva quanto subjetiva.

O sucesso, portanto, das análises desta natureza depende da correta interpretação multiparamétrica de indicadores hidrológicos. Desse modo, formas, padrões, tonalidades e texturas identificadas nas imagens, são capazes de fornecer evidências diretas ou indiretas de feições de interesse hidrogeológico (Compaore, 1988[100]; Waters *et al., op. cit.*). Isso inclui, ainda, a identificação de estruturas geológicas (fraturas, falhas, juntas, zonas de cisalhamento, etc.) feições geomorfológicas, aspectos texturais dos materiais inconsolidados (solos argilosos, solos arenosos), sistemas e padrões de drenagem, entre outros (Waters *et al., op. cit.*).

Assim, o estudo de lineamentos geológicos, ainda que apresente limitações, possui grande importância na prospecção de áreas favoráveis à explotação de água subterrânea, principalmente em rochas com baixa porosidade primária, onde a ocorrência da água é função da porosidade secundária induzida por fraturas (Waters *et al., op. cit.*). Na definição de O'Leary

[99] Waters, P.; Greenbaum, D.; Smart, P. l.; Osmaston, H. "Applications of remote sensing to groundwater hydrology." Remote Sensing Reviews 4.2 (1990): 223-264.
[100] Compaore, JT. "Etude par photo-interprétation des sites favorables à l'implantation de forages d'eau." Africa Pixel 1 (1987): 67-79.

et al., (1976)[101] lineamentos correspondem a *"feições lineares simples ou compostas da superfície, cujas partes estão alinhadas numa relação retilínea ou suavemente curvilínea e que se distinguem dos padrões de feições adjacentes e presumivelmente refletem fenômenos de subsuperfície"* (O'LEARY *et al., op. cit.*). Já Waters *et al.* (*op. cit.*) utilizam um conceito mais abrangente aplicando o termo lineamento a quaisquer feições retilíneas ou suavemente curvilíneas que se observam em um mapa, imagem ou aerofoto, que deve ser qualificado apropriadamente após uma análise cuidadosa, de modo que se possam existir, além dos lineamentos geológicos, os topográficos, os culturais, os tecnológicos, e outros.

Os lineamentos geológicos podem representar fraturas, falhas, juntas, diques ou veios, planos de acamamento ou contato litológico. Aqueles de maior expressão frequentemente são associados a complexas zonas de fraturas que simbolizam áreas bastante promissoras para a captação de águas subterrâneas.

A Figura 11 ilustra os lineamentos traçados sobre imagens de radar SRTM e sua densidade analisada a partir da frequência em que ocorrem. Assim pretende-se subsidiar zonas mais promissoras para a captação de águas subterrâneas, lembrando que para isso, é necessária uma análise multiparamétrica e um conhecimento geológico capaz de responder se determinado local apresenta boa possibilidade para instalação de um poço. É possível identificar áreas de alta densidade que, por vezes, são coincidentes com zonas de falhas conhecidas, sobretudo nas unidades do Escudo-Sul-Rio-Grandense, onde ocorrem as unidades aquíferas do tipo fissural, Aquicludes Permianos, Aquitardos Permianos e os Sistemas Aquíferos do Embasamento Cristalino II e III, cuja porosidade primária é mais limitada.

101 O'Leary, D.W., Friedman, J.D. and Pohn, H.A. 1976. Lineaments, linear, lineations some standards for old terms. Geol. Soc. Am. Bull. 87 pp. 1463-9.

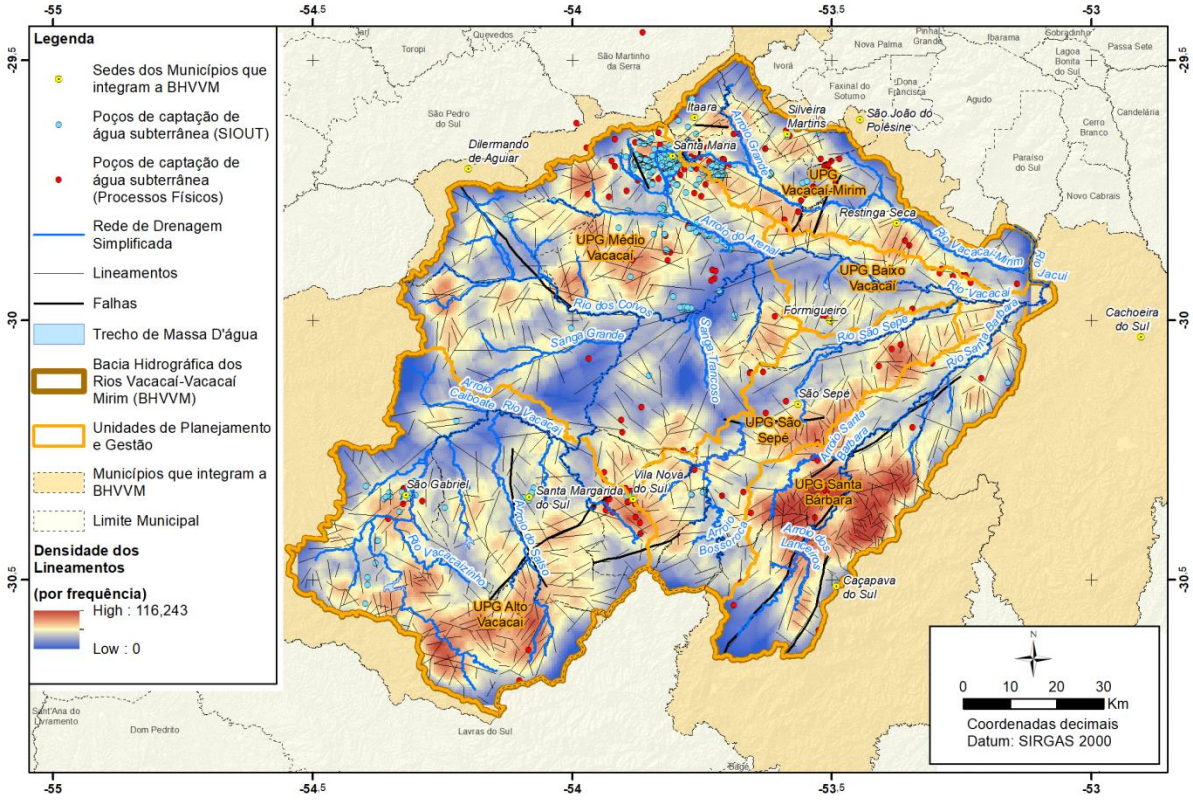


Figura 11: Mapa de densidade de lineamentos e localização de poços na BHVVM.

A ocorrência de poços em zonas de alta densidade demonstra que pode existir uma correlação positiva entre a localização destes e a frequência de lineamentos geológicos, principalmente quando estão relacionados a sistemas de falhas. Percebe-se que a distribuição dos poços na BHVVM é rarefeita e isso reflete, principalmente o uso e ocupação do solo e a concentração populacional nos centros urbanos, com destaque a Santa Maria que foi alvo de uma campanha de fiscalização iniciada em 2018 e finalizada em 2019. Portanto, os poços identificados como pontos azuis ou vermelhos não representam a totalidade das captações subterrâneas na BHVVM, mas sim àqueles conhecidos pelo DRHS.

A partir de uma análise integrada entre os lineamentos e a rede de drenagem, percebe-se que muitos corpos d'água aproveitam, não por acaso, estruturas geológicas para o seu desenvolvimento e isso reflete, inclusive, padrões de drenagem característicos que denotam controle estrutural (por exemplo, treliça, angular, retangular, retilíneo, presença de forte assimetria, e outros). A análise da rede de drenagem pode fornecer importantes informações acerca do substrato sobre o qual ela ocorre e, desse modo, é possível inferir características intrínsecas dos terrenos, tais como zonas onde há predomínio de infiltração e outras onde predomina o escoamento superficial.

Desse modo, observa-se no mapa da Figura 11, que os arroios Santa Bárbara, dos Lanceiros, do Salso e os rios Santa Bárbara, São Sepé e Vacacaí, apenas para citar alguns exemplos, utilizam-se de estruturas geológicas pré-existentes para o desenvolvimento do seu

curso. Cabe ressaltar que a rede hidrográfica está representada simplificadamente a partir de cursos d'água de ordem 4 e que possuem nomenclatura. Assim, quando se utiliza a base cartográfica 1:25.000 na sua integralidade também se identifica outros cursos de menor expressão geologicamente estruturados.

A Figura 12, a seguir, representa a densidade da rede de drenagem na BHVVM, analisada a partir de todos os cursos d'água mapeados na escala 1:25.000. As áreas em tonalidade avermelhada indicam maior densidade, ou seja, maior número de canais por unidade de área. Praticamente todas as UPGs possuem zonas nitidamente mais densas, ganham destaque as partes S da UPG Alto Vacacaí e Santa Bárbara, SE da UPG São Sepé e Centro-Oeste da UPG Médio Vacacaí. Muitas destas áreas coincidem com zonas igualmente densas para lineamentos geológicos, principalmente no quadrante S das UPGs Santa Bárbara e Alto Vacacaí. A alta densidade nestas duas unidades possui, notadamente, um duplo significado, o primeiro é litológico-estrutural e remete à densidade de lineamentos observada, pois estes identificam zonas de fraqueza bastante fraturadas, que possivelmente tiveram movimentação relativa e com isso o material geológico mostra-se alterado facilitando a geração de argilominerais de baixa permeabilidade preenchendo as fraturas. O segundo motivo é, quando da não observância de estruturas geológicas, a baixa permeabilidade e porosidade primária das litologias cobertas por mantos de alteração (solos) também argilosos. Já as cores frias identificam áreas de baixa densidade da rede de drenagem que indicam terrenos de textura arenosa e, portanto, maior porosidade primária, maior infiltração e boa permeabilidade e menor escoamento superficial.

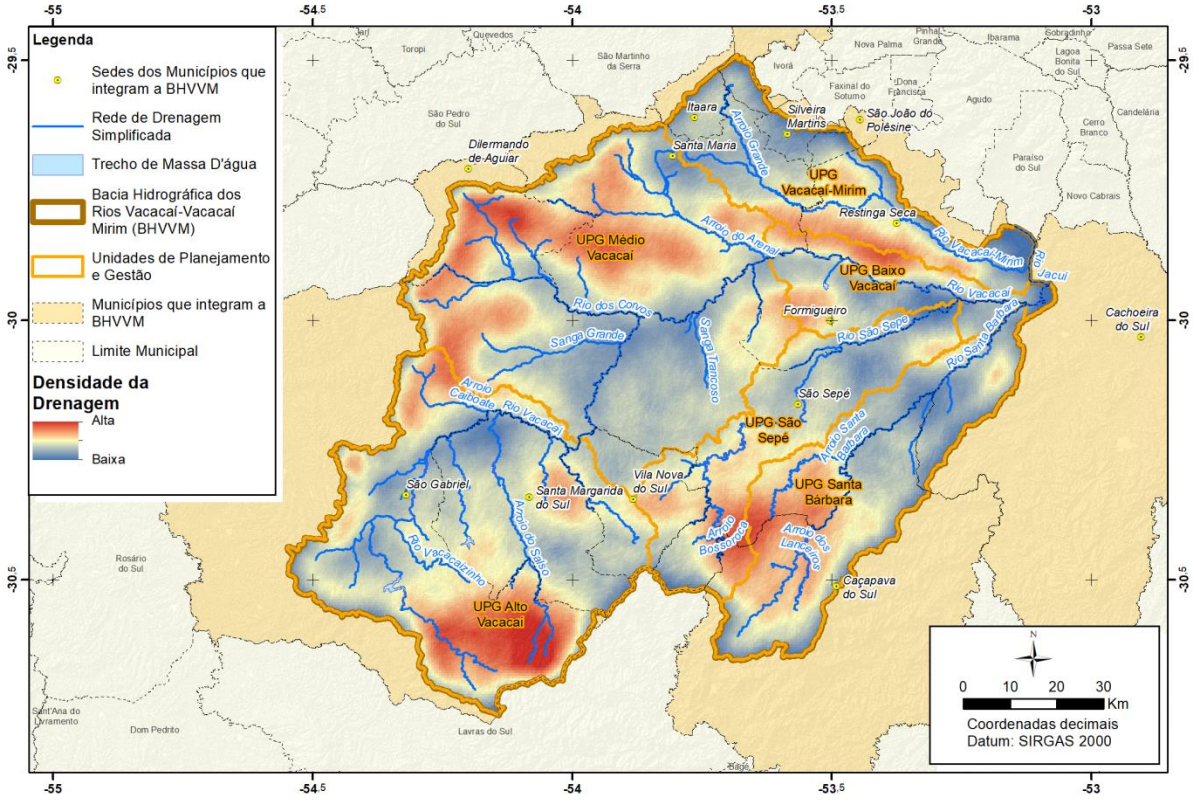


Figura 12: Mapa de densidade de drenagem (cor vermelha identifica zonas de maior densidade e cor azul, as zonas de menor densidade)

A partir deste exercício de integração multiparamétrica é possível assumir zonas de especial interesse tanto do uso, quanto da proteção dos sistemas aquíferos que ocorrem na BHVVM. Assim, as zonas de alta densidade nitidamente são áreas onde o escoamento superficial é predominante em função dos motivos já elencados, ao passo que nas zonas de baixa densidade ocorre o contrário e a infiltração passa a ser um fator importante, superimpondo-se, por vezes, ao escoamento superficial, podendo caracterizar zonas potenciais de recarga dos sistemas aquíferos.

2.6 Clima, precipitação e evaporação

A BHVVM, segundo a classicação geral de Köppen-Geiger[102], possui clima subtropical úmido (Cfa), ou seja, o mês mais frio com temperatura média acima de -3°C a 0°C, pelo menos um mês com média acima de 22°C e pelo menos quatro meses com média acima de 10°C. E sem diferença significativa de precipitação entre as estações. Já, em uma classificação mais específica[103], a bacia pode ser caraterizada em duas porções:

102 Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. de M.; Sparovek, G. 2014. "Köppen's climate classification map for Brazil." Meteorologische Zeitschrift, Vol. 22, No. 6, 711–728, Beck, H., Zimmermann, N., McVicar, T. 2018. "Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution." Sci Data 5, 180214.

103 Rossato, M. S. "Os climas do Rio Grande do Sul : variabilidade, tendências e tipologia." Tese (Programa de Pós-Graduação em Geografia) Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/32620. Acesso em: 23 de julho de 2021.

- Parte mais meridional da bacia: Subtropical Ia - pouco úmido com inverno frio e verão fresco. Temperatura média anual: 17 a 20°C, sendo a média do mês mais frio entre 11 e 14°C e do mês mais quente entre 20 e 26°C;
- Parte mais setentrional da bacia: Subtropical II - medianamente úmido com variação longitudinal das temperaturas médias. Temperatura média anual entre 17 e 20°C, sendo o mês mais frio entre 11 a 14°C e o mais quente entre 23 a 26°C. A classificação referente a quão úmido é o clima se baseia na precipitação relativa entre as regiões do RS. Esta variável será quantificada a seguir.

Entre os sistemas associados à instabilidade que mais atuam na bacia têm-se frentes frias e frentes quentes, sendo que estas duas são relacionadas a ondas baroclínicas que dão origem à ciclogêneses e ciclones extratropicais. Atuam com mais intensidade na estação fria[104]. As frentes demarcam o encontro de duas massas de ar de características distintas, como uma massa polar e uma tropical. A posição da Alta Subtropical do Atlântico Sul é forte moduladora do deslocamento das massas de ar ao Sul do Brasil.

Na estação quente as pancadas de chuva de verão ocorrem devido às convecções geradas com o calor e a umidade que chegam do interior do continente. Este transporte de umidade e calor tem como principal responsável o jato de baixos níveis da América do Sul. Entretanto, o jato de baixos níveis atua significativamente o ano todo, muitas vezes antecedendo a chegada de frentes frias. Este jato também costuma se associar a Baixa do Chaco[105], um centro de baixa pressão intermitente e quente que se forma entre o noroeste da Argentina, Paraguai e Sul da Bolívia. Aprofunda-se com mais intensidade no verão, favorecendo o transporte mais intenso de calor e umidade para o Sul do Brasil. Nas estações de transição, primavera e outono, o jato subtropical de altos níveis costuma se localizar sobre a região, o que favorece o desenvolvimento de sistemas e complexos convectivos de mesoescala, que são aglomerados de tempestades organizadas e causam expressivos acumulados de precipitação.

Em relação à variabilidade interanual, o *El Niño* Oscilação Sul (ENOS) é a principal fonte moduladora na região. É definido como a oscilação da temperatura da superfície do mar (TSM) no Oceano Pacífico Tropical que causa mudanças nos ventos, pressão e na convecção da região, influenciando o clima em diferentes partes do globo[106,107]. Quando está na sua fase quente, TSM com anomalia positiva, o fenômeno denomina-se "*El Niño*" e quando está na sua fase fria, TSM com anomalia negativa, denomina-se "*La Niña*". O *El Niño* apresenta tendência de aumento da precipitação no RS, principalmente na primavera, sendo que no verão não se observa influência clara. Em relação à temperatura, observa-se que no inverno eventos de *El*

104 Cavalcanti, I. F. de A.; Ferreira, N. J.; Dias, M. A. F. da S. & Silva, M. G. A. J. da. 2009. Tempo e clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos. Disponivel em: https://repositorio.usp.br/item/001833489. Acesso em: 23 de julho de 2021., Reboita, M. S.; Gan, M. A.; Rocha, R. P. da; Ambrizzi, T. "REGIMES DE PRECIPITAÇÃO NA AMÉRICA DO SUL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA" Revista Brasileira de Meteorologia, v.25, n.2, 185 - 204, 2010.

105 Seluchi, M.; R. Garreaud; 2012. "Campos Medios e procesos físicos associados ao ciclo de vida da baixa do chaco." Revista Brasileira de Meteorología, 27, 444-457.

106 Allan, R. 1996. "El Nino Southern Oscillation and climatic variability" Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Melbourne (Australia)., Grimm, A. M., Barros, V. R., & Doyle, M. E. 2000. "Climate Variability in Southern South America Associated with El Niño and La Niña Events" Journal of Climate, 13(1), 35-58.

107 CPTEC/INPE. 2021. Disponível em: http://enos.cptec.inpe.br/.

Niño favorecem a ocorrência de anomalias positivas, provocando invernos menos frios, devido ao posicionamento mais ao sul do Jato Polar e Subtropical de Altos Níveis, o que gera aumento de advecção quente de norte. Nos episódios de *La Niña* as influências são opostas às do *El Niño*, ou seja, com diminuição da precipitação em boa parte do ano e, no caso do inverno, diminuição da temperatura também.

Ao se levar em conta as mudanças do clima, se percebe que desde 1979, no início das medições da temperatura da superfície da Terra como um todo por meio de satélites, observou-se um aumento em torno de 0,4°C a 0,5°C no planeta até hoje[108].

Com este aquecimento, espera-se aumento na frequência da fase positiva do ENOS, mesmo que pequeno. Isso tende a contribuir para o aumento da umidade disponível na atmosfera e dos totais de precipitação no RS, uma vez que pequenas modificações na TSM do oceano trazem resultados importantes. Entretanto, em um clima mais aquecido, as precipitações tendem a ocorrer de forma mais intensa e em menores intervalos de tempo, como ocorre no verão. O tempo de permanência de nebulosidade é diminuído e da insolação aumentado. Assim este clima de verão tende a ficar mais longo. Com isso, a evapotranspiração é aumentada, o que pode contribuir para aumento do tempo das estiagens, ao mesmo tempo em que contribui para o aumento das enxurradas nas minibacias e sub-bacias. Entretanto, deve-se levar em conta que outros processos naturais, como vulcões, tempo de permanência da nebulosidade, diminuição do vapor d'água na atmosfera – principal responsável pelo efeito estufa - entre outros, poderiam reverter a tendência de aquecimento[109].

A seguir apresenta-se uma caracterização quantitativa de variáveis hidrometeorológicas do balanço hídrico, para o período de dados entre 1990 e 2019[110].

Na Figura 13 tem-se a precipitação acumulada média anual. Seus valores variam de 1550 a 2050 milímetros (mm) anuais. Percebe-se que o relevo exerce forte influência no aumento dos acumulados, como em torno de Caçapava do Sul e Itaara. E, ainda, nas encostas voltadas para sul, próximo à Itaara, o aumento é ainda maior. Pode-se perceber isso, pois as altitudes das duas regiões são semelhantes. Esse aumento acontece porque os sistemas de instabilidade que avançam a barlavento das encostas tendem a se intensificar. Já nas áreas mais baixas do vale, os acumulados tendem a ser menores.

108 Campbell, B., Beare, D., Bennett, E., Hall-Spencer, J., Ingram, J., Jaramillo, F., ... Shindell, D. 2017. "Agriculture production as a major driver of the Earth system exceeding planetary boundaries". Ecology and Society, 22(4).
109 de F. FOSTER e COLLINS, 2004; Dessler, A. E. 2013. "Observations of Climate Feedbacks over 2000–10 and Comparisons to Climate Models" Department of Atmospheric Sciences, Texas A&M University, College Station, Texas.; Santer, B.; Bonfils, C.; Painter, J. et al. 2014. Volcanic contribution to decadal changes in tropospheric temperature. Nature Geosci 7, 185–189.
110 ECMWF, Reanalysis ERA 5. Reading, Reino Unido, 2020. Disponível em: https://climate.copernicus.eu/climate-reanalysis

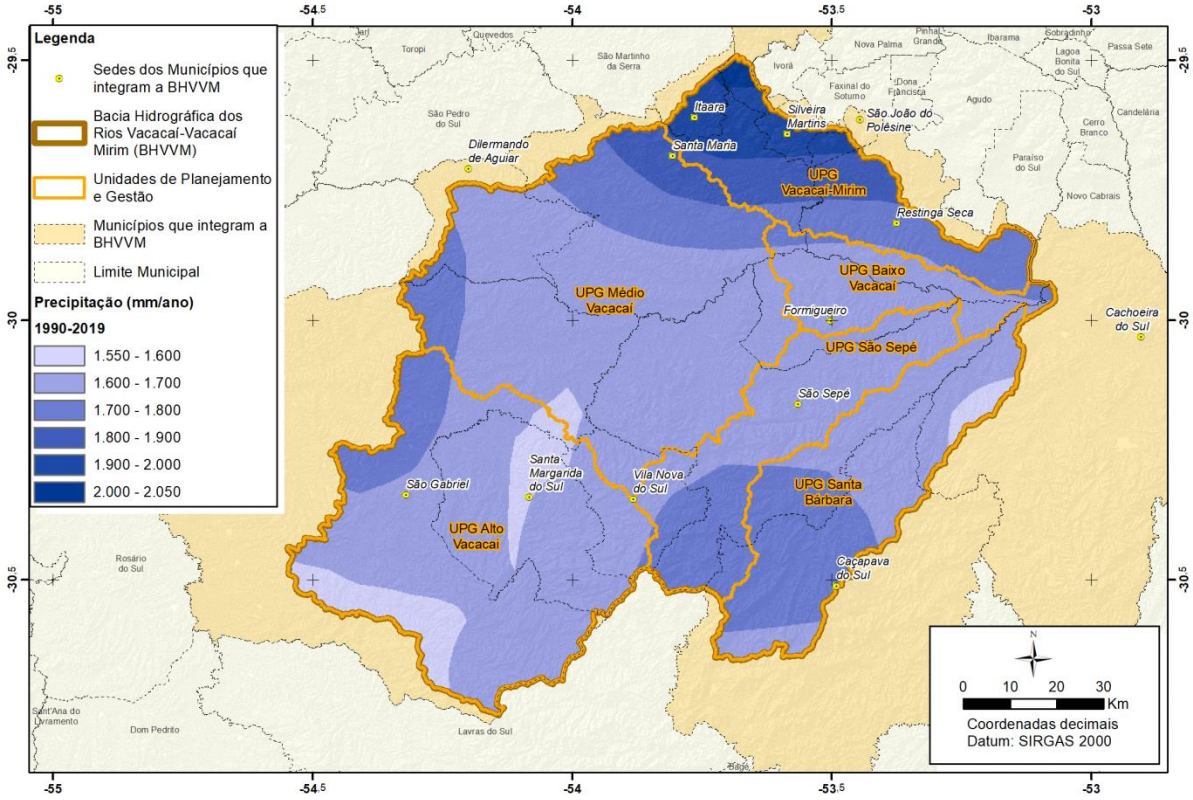


Figura 13: Precipitação acumulada média anual entre 1990 e 2019 (ERA5)

Na Figura 14 apresenta-se a evapotranspiração acumulada média anual. Os valores variam de 1025 a 1160 mm por ano. Para esta variável também se percebe a influência do relevo. Neste caso, a maior precipitação nos locais de maior altitude já justifica os valores. Além disso, a velocidade do vento, que costuma ser maior nas altitudes mais altas, aumenta a energia mecânica para realizar evaporação.

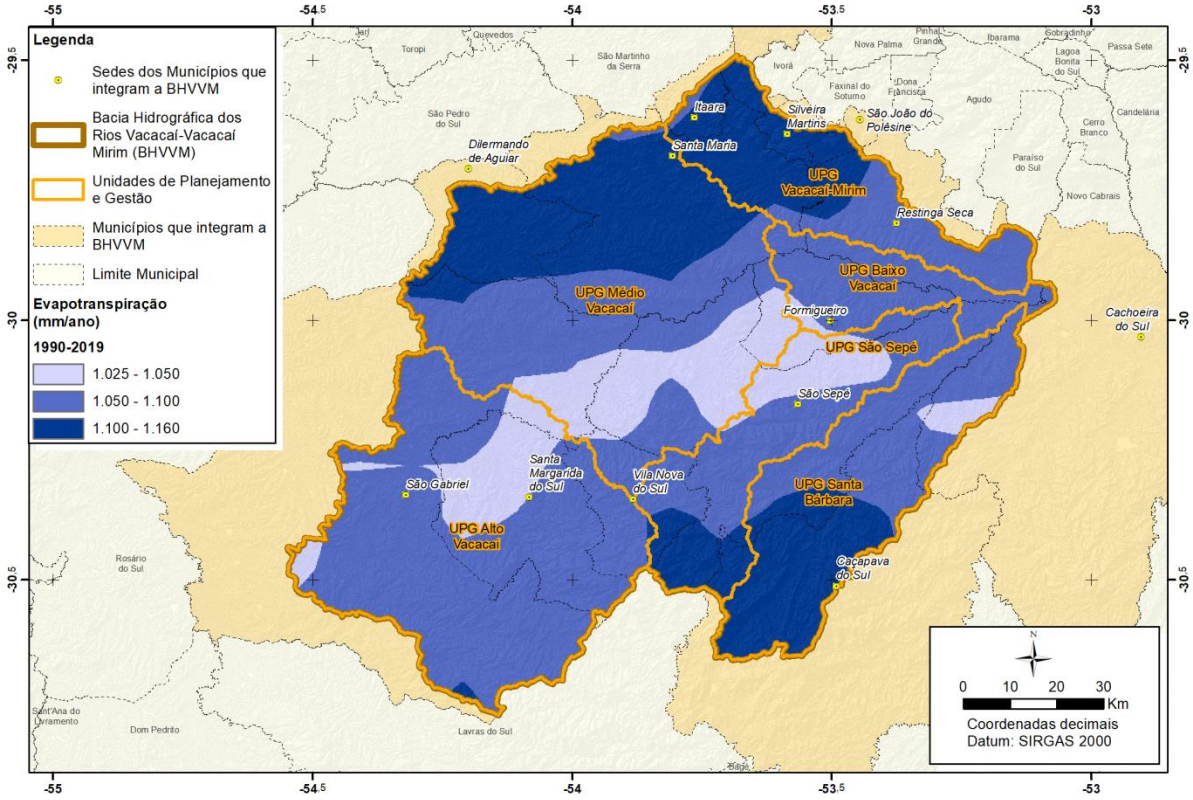


Figura 14: Evapotranspiração acumulada média anual entre 1990 e 2019

Caso tivéssemos uma área com fornecimento ininterrupto de umidade no solo próximo à superfície, é interessante notar quanto que a atmosfera absorveria de umidade até ficar saturada, ou seja, a capacidade evaporativa da atmosfera, o que levou ao conceito de evapotranspiração potencial (ETP). É o limite superior da evapotranspiração e mostra sua dependência a fatores meteorológicos. Entretanto, as propriedades aerodinâmicas e o comportamento estomatal da cultura podem modificar o efeito dos fatores meteorológicos na evapotranspiração. ETP é então definida como a taxa de evaporação de uma extensa superfície de 8 a 15 cm de cobertura de grama verde de altura uniforme, ativamente em crescimento, completamente sombreando o solo, e sem escassez de água[111].

Seus valores médios anuais são bem maiores que a evaporação (Figura 15), uma vez que, na realidade, a superfície não está ininterruptamente ao longo de um ano sendo suprida por umidade. A influência do relevo é ainda mais ressaltada, o que indica, além de velocidades do vento superiores, umidade relativa atmosférica mais baixa em média nas áreas altas, o que aumenta a capacidade evaporativa da atmosfera.

111 DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. 1977. Crop water requirements. 143p. (Irrigation and Drainage paper, 24).; Riitters, K., Wickham, J., O'Neill, R., Jones, B., & Smith, E. (2000). Global-Scale Patterns of Forest Fragmentation. Conservation Ecology, 4(2). Disponível em: http://www.jstor.org/stable/26271763 Acesso em: 26 de julho de 2021.

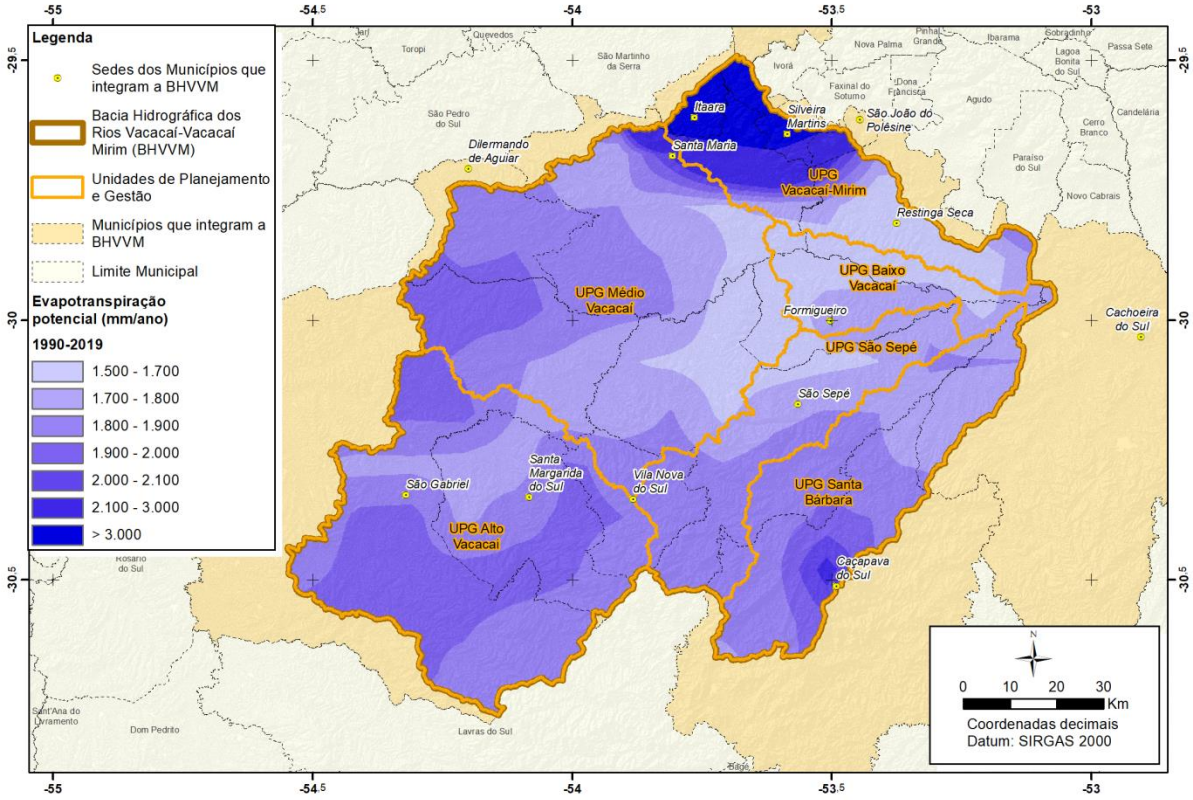


Figura 15: Evapotranspiração potencial acumulada média anual entre 1990 e 2019

Na Figura 16 observa-se o escoamento superficial e subsuperficial. Representa o escoamento que ocorre durante e logo após um evento de precipitação. Portanto, o quanto de água destes eventos que escapa da bacia por meio deste fenômeno. Seus valores variam de 490 a 935 mm. Interessantemente, nem todas as encostas apresentam valores maiores, como se poderia esperar. As encostas em torno de Caçapava possuem valores próximos ao vale. A vegetação florestal mais densa pode estar ajudando a compensar o escoamento, apesar de maiores acumulados de chuva. Já em torno de Itaara, o escoamento é maior, o que pode ser explicado pela maior declividade do terreno em comparação à Caçapava.

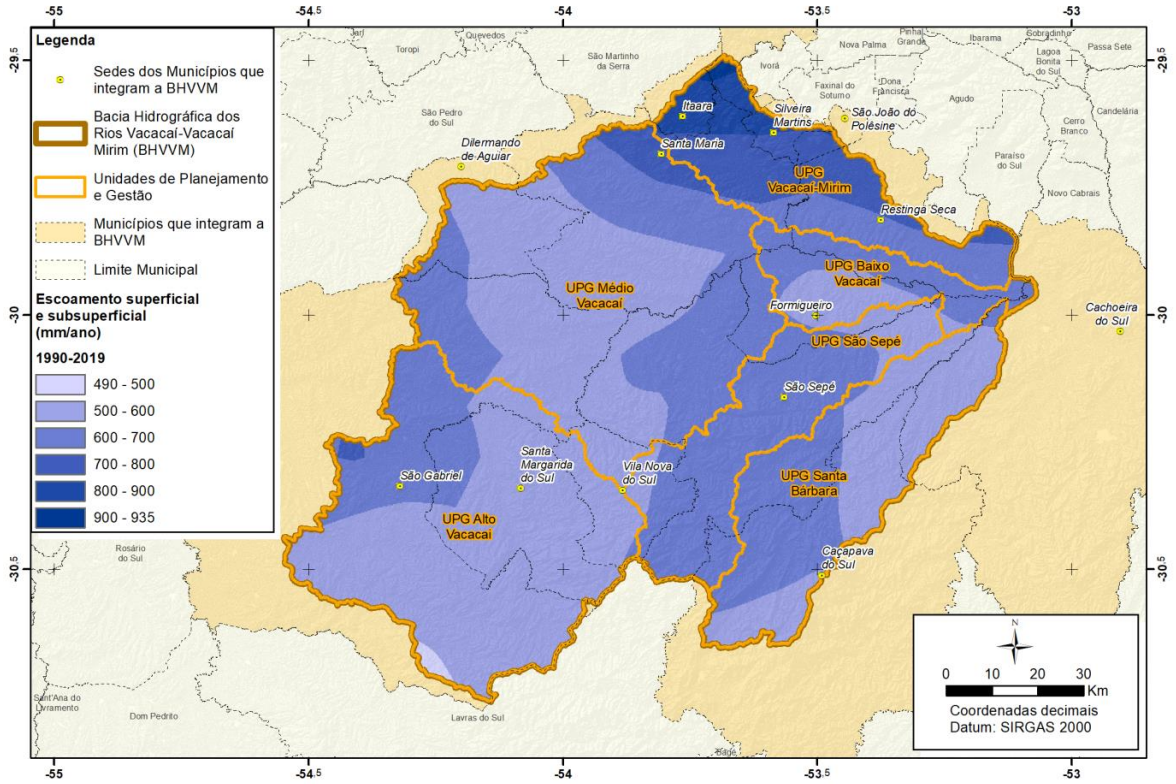


Figura 16: Escoamento superficial e subsuperficial acumulado médio anual entre 1990 e 2019

Para entender a variabilidade sazonal das variáveis, apresentam-se os valores por mês, a partir do mesmo conjunto de dados. Estão apresentados do Quadro 10 ao Quadro 13, na mesma sequência de apresentação das variáveis dos mapas. Neles têm-se os valores médios; valores dos pontos dentro da bacia com os mínimos e máximos médios anuais; mínimos e máximos em um ano, médios para toda a área da bacia; e anos de ocorrência destes últimos.

Quadro 10: Precipitação (mm) em cada mês: média de 30 anos; valores dos pontos dentro da bacia com os mínimos e máximos médios anuais; mínimos e máximos em um ano, médios para toda a área da bacia e anos de ocorrência destes

Mês	Média	Mín. Médio Mapa	Máx. Médio Mapa	Mín. Anual	Ano	Máx. Anual	Ano
Jan	138,9	124,8	191,3	47,1	2012	184,7	1996
Fev	131,2	115,5	171,2	29,3	2005	156,3	1998
Mar	122,8	112,3	149,9	33,9	2010	167,6	1990
Abr	150,8	138,4	168,2	14,3	2009	201,7	1990
Mai	119,6	108,9	133,8	8,9	1996	153,6	2017
Jun	133,9	126,2	143,3	14,0	2016	174,7	2007
Jul	138,5	124,0	162,1	12,9	2017	177,1	1998
Ago	119,4	109,9	135,6	49,5	1990	150,9	1998
Set	157,6	145,1	178,8	57,7	1996	207,0	1998
Out	195,9	176,7	236,8	70,4	2010	206,7	1997
Nov	134,9	123,7	167,6	38,7	2011	157,2	1997
Dez	140,8	122,9	186,5	27,7	2019	191,9	2012
Anual	1684,3	1571,2	2024,8	1210,7	2004	2600,7	1998

Quadro 11: Evapotranspiração (mm) em cada mês: média de 30 anos; valores dos pontos dentro da bacia com os mínimos e máximos médios anuais; mínimos e máximos em um ano, médios para toda a área da bacia e anos de ocorrência destes

Mês	Média	Mín. Médio Mapa	Máx. Médio Mapa	Mín. Anual	Ano	Máx. Anual	Ano
Jan	138,2	129,7	145,6	116,2	2012	146,7	2003
Fev	113,4	108,0	121,1	66,5	2005	123,4	2014
Mar	101,3	95,7	109,0	78,5	2005	109,0	1997
Abr	70,9	66,6	78,6	53,8	1991	76,0	1995
Mai	50,6	47,4	58,5	42,2	2006	52,7	2003
Jun	38,7	35,7	47,9	34,1	2008	40,0	2019
Jul	43,7	40,3	52,6	38,3	1992	45,4	2017
Ago	63,2	58,9	71,1	49,0	1998	66,1	2015
Set	80,4	75,5	85,2	67,6	2009	85,2	1994
Out	107,7	101,3	112,4	88,7	1997	113,4	2003
Nov	131,6	122,1	137,2	105,2	2010	140,8	2018
Dez	141,6	131,6	149,1	116,4	2011	148,4	2013
Anual	1081,2	1025,4	1151,6	989,6	2005	1167,6	2017

Quadro 12: Evapotranspiração potencial (mm) em cada mês: média de 30 anos; valores dos pontos dentro da bacia com os mínimos e máximos médios anuais; mínimos e máximos em um ano, médios para toda a área da bacia e anos de ocorrência destes.

Mês	Média	Mín. Médio Mapa	Máx. Médio Mapa	Mín. Anual	Ano	Máx. Anual	Ano
Jan	246,8	204,6	578,3	177,1	1998	266,1	2005
Fev	194,8	162,6	443,9	126,8	1994	216,4	1991
Mar	183,4	151,4	442,7	139,3	1992	210,1	2004
Abr	126,7	104,0	331,4	83,8	1990	137,6	2009
Mai	91,2	73,9	259,3	77,0	2017	95,4	2012
Jun	70,4	56,4	227,7	62,1	2005	74,2	2019
Jul	79,2	63,0	260,7	67,7	2002	85,4	2017
Ago	110,3	90,2	349,3	81,5	1998	114,8	2015
Set	136,0	113,0	380,9	113,1	2009	145,1	1995
Out	171,2	143,3	440,6	135,5	1997	185,5	2003
Nov	218,4	183,3	562,2	163,1	2009	233,7	2010
Dez	257,5	215,9	644,1	175,8	2015	292,3	1995
Anual	1885,9	1561,8	4921,3	1660,4	1998	2111,7	2012

Quadro 13: Escoamento superficial e subsuperficial (mm) em cada mês: média de 30 anos; valores dos pontos dentro da bacia com os mínimos e máximos médios anuais; mínimos e máximos em um ano, médios para toda a área da bacia e anos de ocorrência destes

Mês	Médio	Mín. Médio Mapa	Máx. Médio Mapa	Mín. Anual	Ano	Máx. Anual	Ano
Jan	27,6	20,5	58,5	4,4	2012	35,3	1998
Fev	27,7	22,5	53,0	2,9	2005	29,6	1998
Mar	22,6	16,0	49,6	3,2	2008	32,3	1998
Abr	42,9	32,2	65,5	2,0	2018	44,6	1998
Mai	37,7	28,1	63,8	2,1	2018	53,4	2017
Jun	57,4	44,9	81,2	2,4	2012	78,3	1998

Mês	Médio	Mín. Médio Mapa	Máx. Médio Mapa	Mín. Anual	Ano	Máx. Anual	Ano
Jul	67,8	44,2	102,3	9,2	2009	104,9	1998
Ago	64,9	50,1	82,7	1,8	2012	76,2	1995
Set	70,6	58,3	93,4	18,4	2013	81,6	1998
Out	91,5	72,1	124,8	24,4	1991	93,3	1997
Nov	61,1	48,4	87,6	3,2	2012	74,9	1997
Dez	39,0	31,1	69,1	10,7	2011	45,7	1993
Anual	610,8	491,6	931,2	151,0	2012	1724,2	1998

Para caracterização das chuvas, se apresenta também o número de dias com precipitação maior ou igual a 1, 5, 10, 15, 35 e 50 mm, em cada mês, com dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) entre 1981 e 2010 para a estação de Santa Maria (Gráfico 1) [112]. Percebe-se que até mesmo em cada faixa de acumulado, as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano. Quase um terço dos dias de cada mês apresenta precipitação com pelo menos 1 mm, sendo que, para acumulados maiores, o número de dias diminui gradativamente, mas ainda com representativa ocorrência.

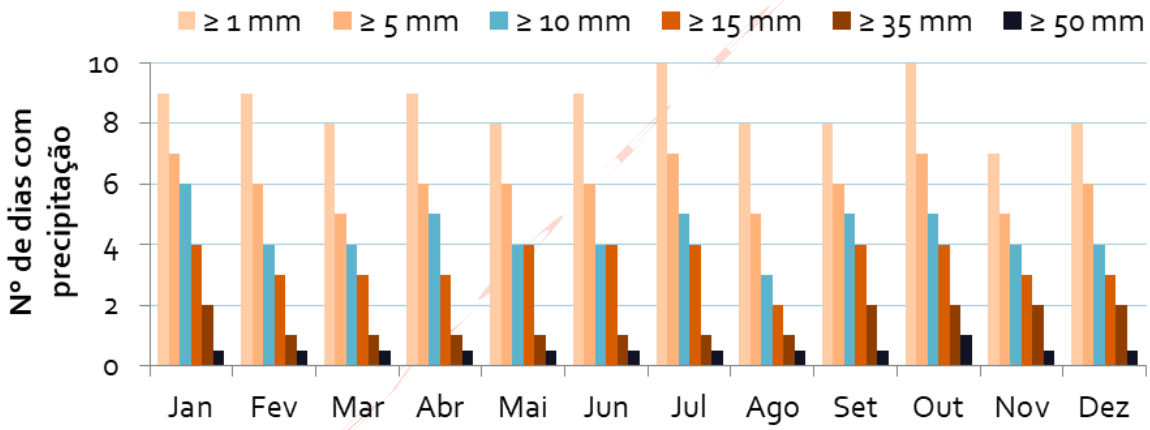


Gráfico 1: Dias com precipitação maior ou igual a 1, 5, 10, 15 ,35 e 50 mm (INMET Santa Maria 1981-2010)

Além disso, como pode-se ver para a mesma estação (Gráfico 2), a quantidade de períodos maior ou igual a 3, 5 e 10 dias consecutivos sem chuva não é tão expressiva. Em geral, ocorrem entre 1,5 a 2 períodos maior ou igual a 3 e 5 dias consecutivos sem chuva em cada mês; e apenas meio período (equivalente a 1 a cada 2 meses) para períodos maior ou igual a 10 dias sem chuva, com exceção de Agosto que apresenta 1 período, em média.

[112] INMET, 2020. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep

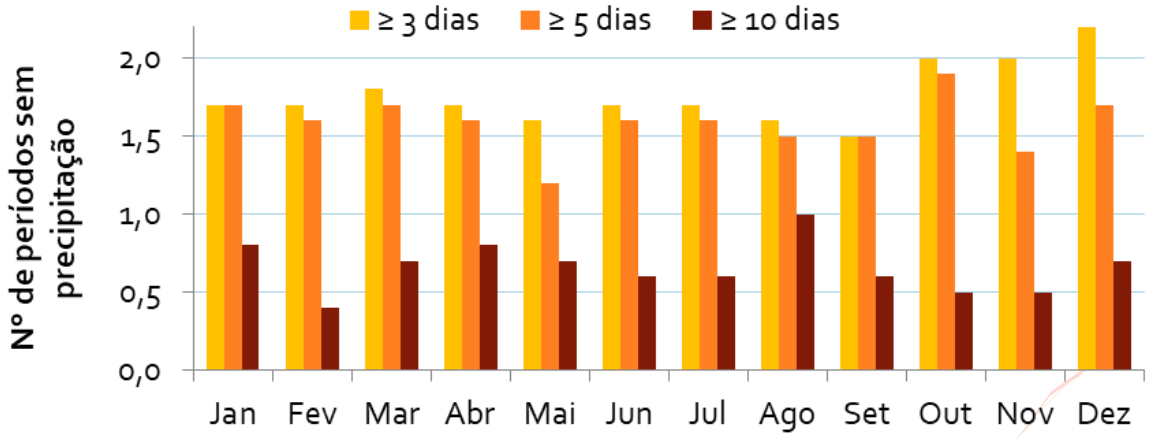


Gráfico 2: Períodos sem precipitação com 3, 5, e 10 dias consecutivos (INMET Santa Maria 1981-2010)

Além das variáveis hidrometeorológicas, se apresentam brevemente as características de temperatura da BHVVM. Na Figura 17 observa-se que as temperaturas médias anuais variam de 17,5 a 19,5°C, com os menores valores nos pontos mais altos da bacia[113]. No Gráfico 3 apresenta-se os valores mensais de diversas estatísticas de temperatura para a estação INMET de Santa Maria (1961-2010), com altitude de 95 m. Lembra-se que pontos mais altos da bacia possuem temperaturas mais baixas, principalmente as médias e as máximas diárias.

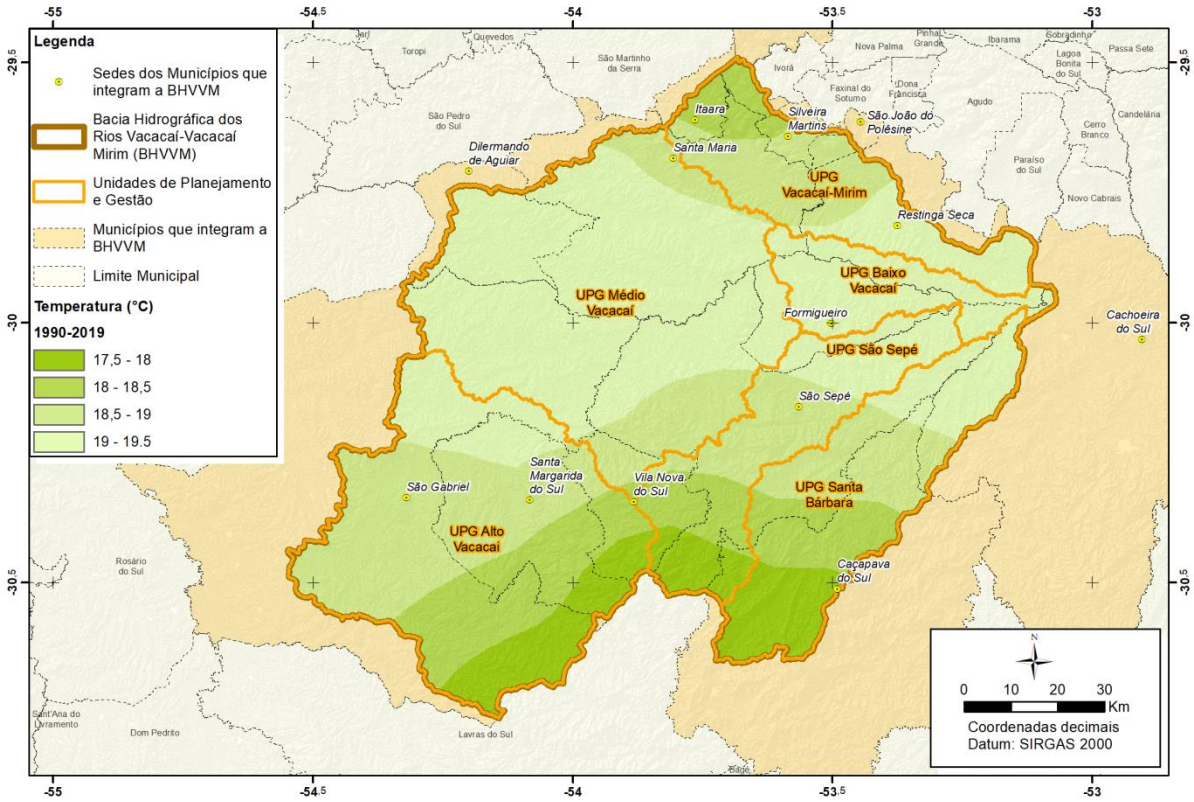


Figura 17: Temperatura média anual entre 1990 e 2019

[113] ECMWF, Reanalysis ERA 5. Reading, Reino Unido, 2020. Disponível em: https://climate.copernicus.eu/climate-reanalysis

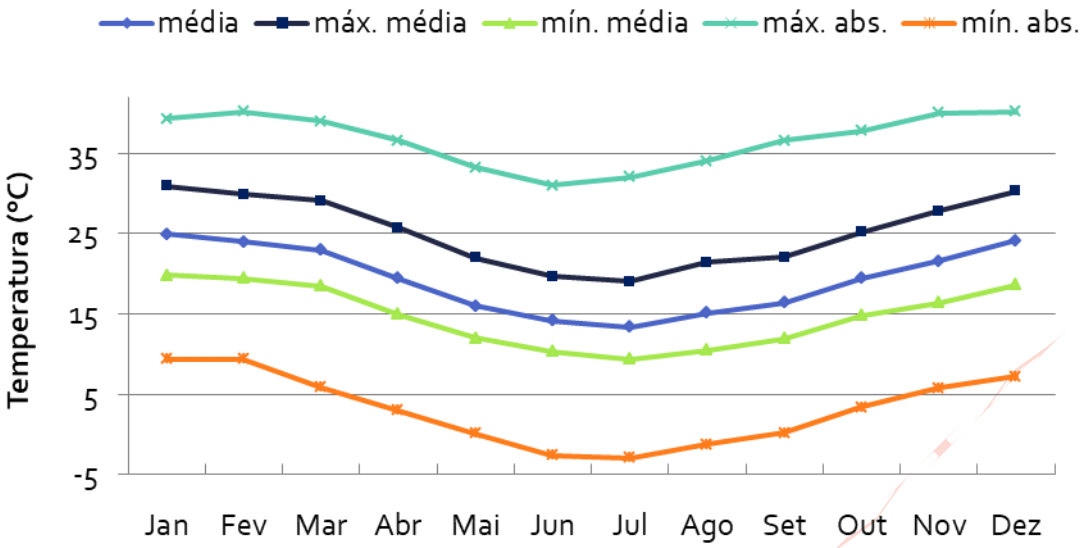


Gráfico 3: Temperatura média, máxima e mínima médias, e máxima e mínima absolutas em cada mês (INMET Santa Maria 1961-2010)

Na Figura 18 se observa que o vento na estação de Santa Maria tem predominância da direção sudeste a leste e velocidades médias de 1,8 a 2,4 m/s. O vento pode influenciar no escoamento dos rios da bacia, principalmente em casos de enchentes e inundações.

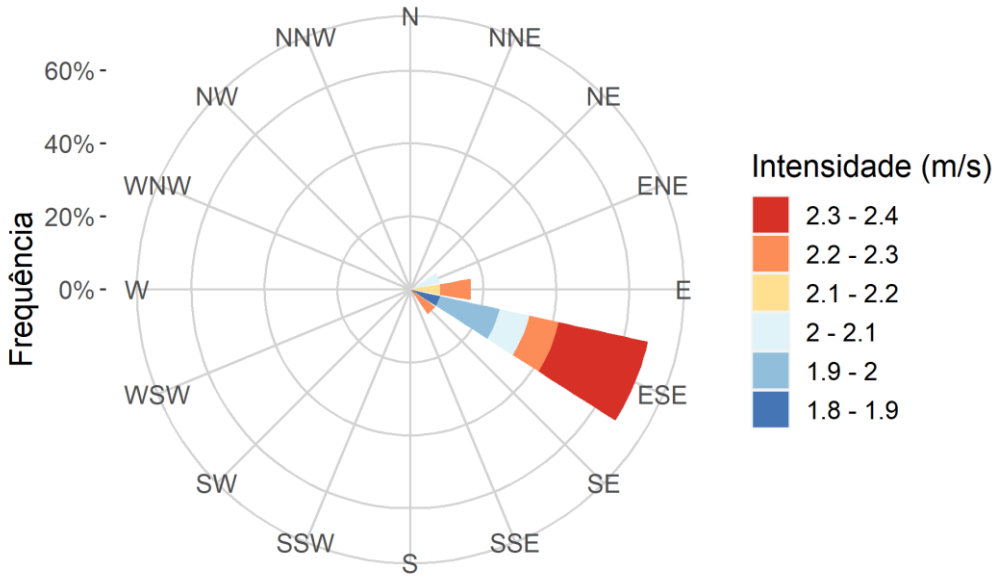


Figura 18: Direção e intensidade do vento, a partir de valores médios mensais (INMET Santa Maria 1981-2010)

2.7 Solos

A Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí Vacacaí-Mirim caracteriza-se por abranger as províncias geomorfológicas do Escudo Sul-rio-grandense, Depressão Central e, uma pequena

parte, no Planalto Meridional. O Escudo Sul-rio-grandense tem a presença de rochas ígneas e metamórficas, a Depressão Central é composta por rochas sedimentares e o Planalto Meridional por rochas ígneas.

A declividade possui influência em aspectos como, por exemplo, erosão do solo e também na disponibilidade hídrica do local. A Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí Vacacaí-Mirim apresenta uma disponibilidade hídrica no solo associada aos locais de baixa declividade da bacia (Figura 19), conforme informações do Portal de dados do Programa Nacional de Solos do Brasil (PronaSolos[114]). A declividade da bacia, Figura 20, foi gerada a partir de Modelo de Elevação Digital da base de dados da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Infraestrutura.

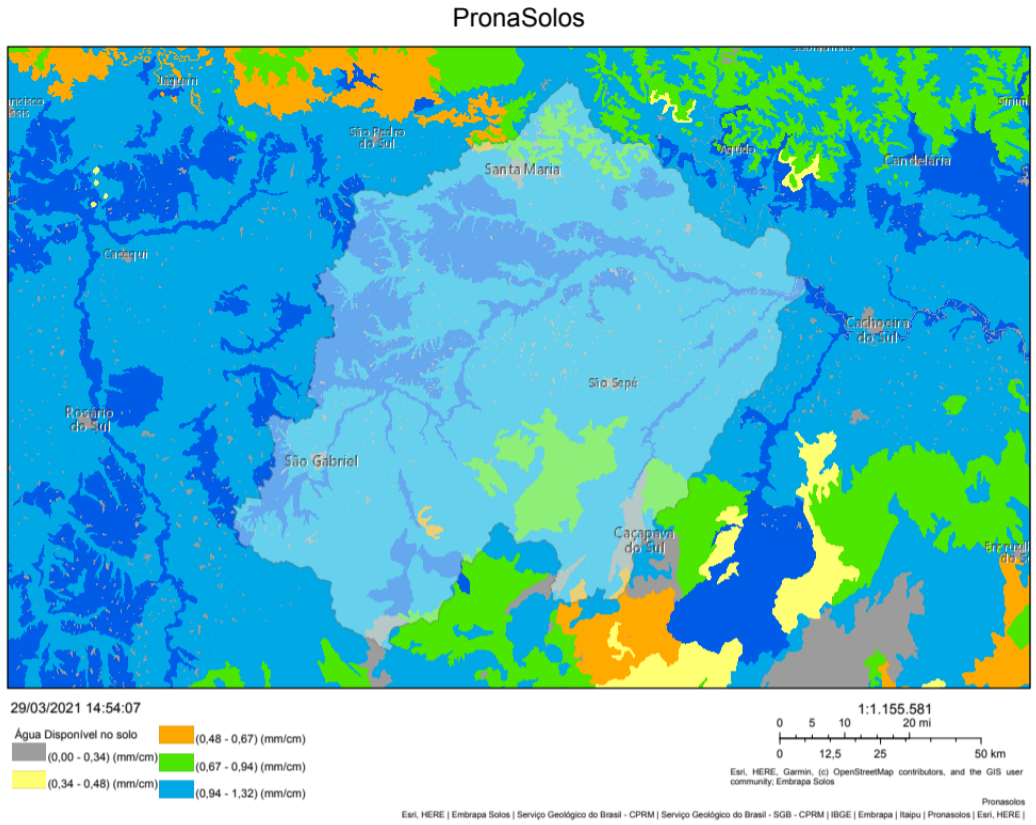


Figura 19: Disponibilidade hídrica do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí Vacacaí-Mirim, conforme o PronaSolos

[114] CPRM. PronaSolos. Disponível em: https://geoportal.cprm.gov.br/pronasolos/?center=-5941091.4805%2C-3487729.3318%2C102100&level=5

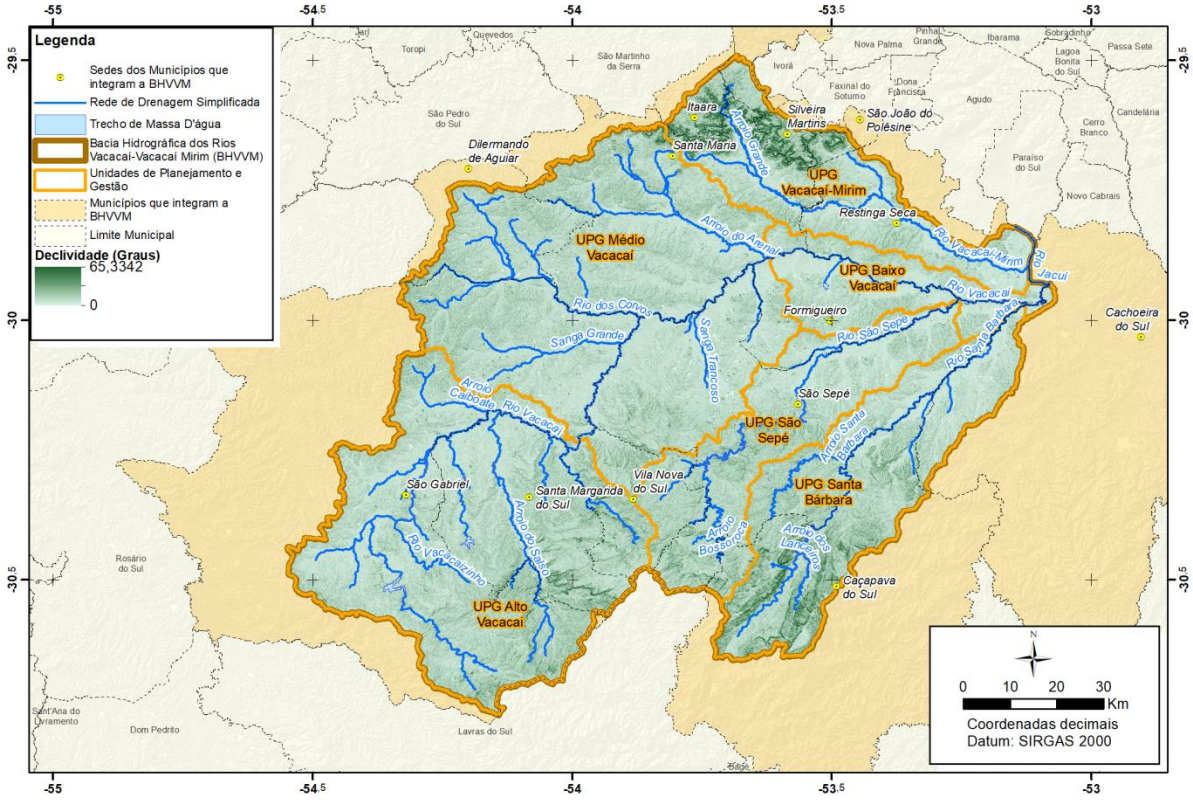


Figura 20: Mapa das declividades da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí Vacacaí-Mirim

O mapeamento e entendimento dos tipos de solos e a sua espacialização dentro de uma bacia são importantes, pois os mesmos podem nos fornecer informações sobre a suscetibilidade a erosão, inundações e também serem indicadores de possíveis problemas ambientais, como a poluição de mananciais, dentre outros problemas. As informações de solos apresentadas neste Plano de Bacia foram obtidas através da publicação de um trabalho desenvolvido por Leonardo Facini[115]. As classes de solo estão apresentadas na Figura 21.

[115] FACINI, Leonardo. 2019. Relatório de Erosão do Solo e Produção de Sedimentos na Bacia Hidrográfica (G060) dos Rios Vacacaí Vacacaí-Mirim.

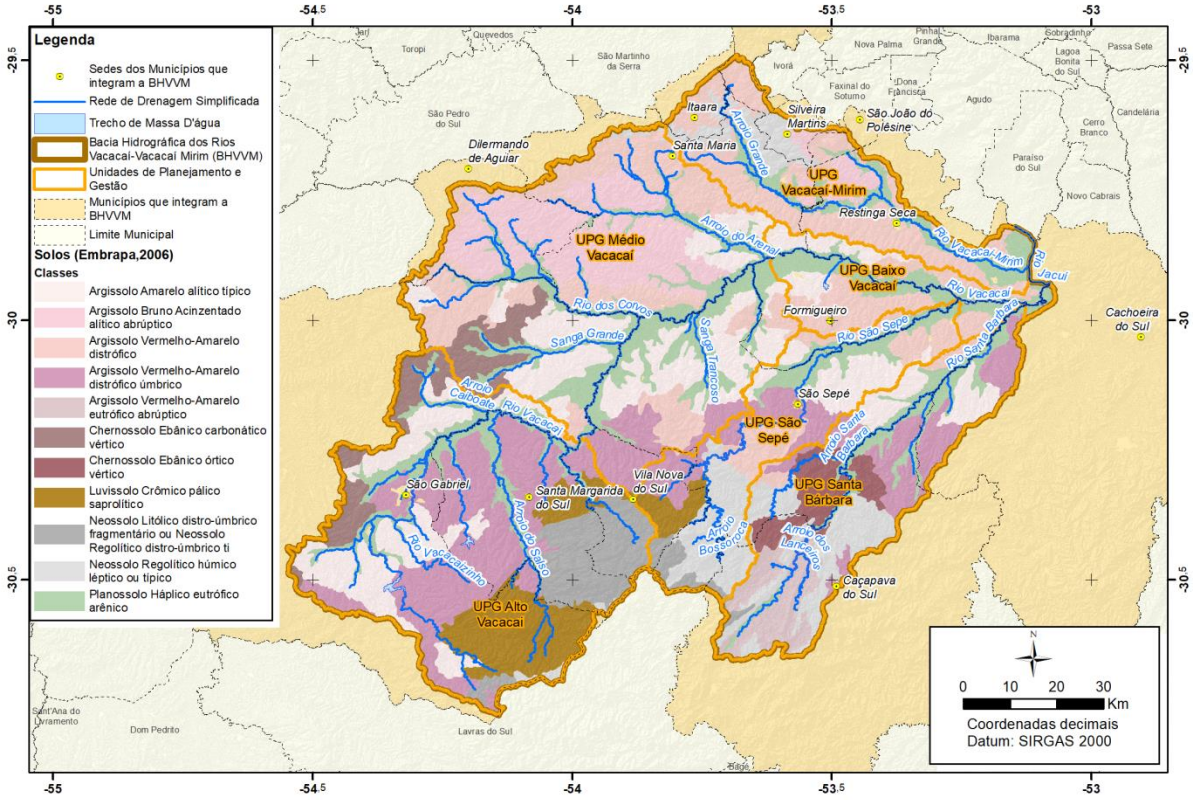


Figura 21: Mapa dos tipos de solos encontrados na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí Vacacaí-Mirim

Com base no trabalho de Facini e também na Árvore do conhecimento para Solos Tropicais[116] disponibilizada no Portal Ageitec da EMBRAPA, é apresentada uma breve descrição e indicações de possíveis usos das classes de solos encontrados na bacia:

> ***Argissolo Amarelo alítico típico***

São originados principalmente de materiais argilosos ou areno-argilosos sedimentares decorrentes da formação Barreiras na região litorânea do Brasil ou nos baixos platôs da região amazônica relacionados à Formação Alter do Chão, mas podem ser identificados fora dos ambientes de tabuleiros e platôs amazônicos.

O relevo nas áreas de ocorrência é pouco movimentado favorecendo a mecanização no uso das terras. A principal limitação de uso é a fertilidade normalmente baixa, risco de erosão causada pela diferença de textura superficial e subsuperficial e condições de declividade. Apresentam boas condições físicas de retenção de umidade e boa permeabilidade.

São intensivamente utilizados para culturas de cana-de-açúcar e pastagens e, em menor escala, para cultivo de mandioca, abacaxi, coco da baía e citros e grandes áreas de

[116] DOS SANTOS, Humberto Gonçalves; ZARONI, Maria José; CLEMENTE, Eliane de Paula. Árvore do conhecimento para Solos Tropicais. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/solostropicais.html.

reflorestamento com eucalipto. Na Amazônia são utilizados principalmente para pastagem. Quanto aos subníveis são classificados como solos de baixa fertilidade, teores muito elevados de alumínio no solo afetando significativamente o desenvolvimento de raízes, atividade de argila igual ou maior do que 20 cmolc/kg de argila.

> ***Argissolo Bruno Acinzentado alítico abrúptico***

Estes solos possuem restrição de drenagem e elevados teores de matéria orgânica. As principais limitações de uso são de origem física relacionadas à lenta permeabilidade, forte retenção de água e possível encharcamento em alguma época do ano ou pela presença de alta concentração de alumínio trocável (Alíticos).

Estes ocorrem em pequenas extensões nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, sendo utilizados com viticultura, reflorestamento com eucalipto e pinus, pastagens, cultura de fumo e fruteiras de clima temperado ou em pequenas áreas, com culturas de subsistência. Quanto aos subníveis são classificados em solos de baixa fertilidade; teores muito elevados de alumínio no solo afetando significativamente o desenvolvimento de raízes; atividade de argila igual ou maior do que 20 cmolc/kg de argila e a diferença textural dificulta a infiltração de água no solo e o torna suscetível à erosão.

> ***Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico úmbrico***

Os argissolos vermelhos-amarelos apresentam em geral maior relação textural entre os horizontes A ou E e B textural do que os argissolos vermelhos (textura mais argilosa no horizonte A), sendo por isso em igualdade de condições de relevo, da cobertura vegetal e manejo, mais suscetíveis a erosão do que estes. O caráter arênico ou espessoarênico também é mais comum nos argissolos vermelhos-amarelos, sendo o espessoarênico bem menos freqüente que o caráter arênico.

Nestes solos quando há mudança textural abrupta, fica caracterizado entre a base do horizonte E e o topo do horizonte Bt uma zona de má aeração durante o período chuvoso devido a baixa condutividade hidráulica no topo do horizonte Bt, promovendo a presença de hidromorfia temporária, situada nos limites dos horizontes E e Bt, alto escoamento superficial e alta erodibilidade.

> ***Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico abrúptico***

Solos Eutróficos (saturação por bases ≥ 50%) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte, além disso são solos com mudança textural abrupta. A diferença textural dificulta a infiltração de água no solo e o torna suscetível à erosão.

> ***Chernossolo Ebânico carbonático vertissólico e Chernossolo Ebânico órtico vertissólico***

Solos de cores escuras, quase pretas, em consequência do movimento descendente de matéria orgânica desde a superfície até camadas mais profundas. São altamente férteis, mas em algumas áreas podem apresentar limitações de profundidade até a rocha, restrição de drenagem prejudicando a mecanização. Outras limitações referem-se à plasticidade e pegajosidade interferindo no preparo do solo. Apropriados para cultivos diversificados, tais como pastagem, arroz irrigado, trigo, feijão e soja. Ocorrem em maiores extensões no clima subtropical do Sul do Brasil.

> ***Luvissolo Crômico pálico saprolítico***

São solos com horizonte Cr (brando) dentro de 100cm da superfície do solo e sem contato lítico dentro de 120 cm da superfície do solo. Solos de cores bastante fortes, vermelhas ou amarelas. Apresenta o caráter eutrófico (alta saturação por bases nos horizontes subsuperficiais) que favorece o enraizamento em profundidade. Outro aspecto refere-se à presença de minerais primários facilmente intemperizáveis (reserva nutricional). Ocorrem em regiões de elevada restrição hídrica, e se distribuem principalmente na zona semiárida, geralmente em áreas de relevo suave ondulado. São solos rasos, ou seja, raramente ultrapassam 1 m de profundidade e apresentam usualmente mudança textural abrupta.

As limitações de uso relacionam-se à quantidade de pedras no horizonte superficial que pode dificultar o uso de mecanização agrícola e a suscetibilidade à compactação. Devido à mudança textural abrupta, são suscetíveis à erosão. Há também a limitação quanto à água disponível no solo, sendo maior em locais mais secos (clima semiárido). Quanto a classificação de seu subnível é considerado um luvissolo com maior espessura, favorecendo o enraizamento das plantas e restrição à penetração de raízes na subsuperfície.

> ***Neossolo Litólico distro-úmbrico fragmentário***

Compreendem solos rasos, onde geralmente a soma dos horizontes sobre a rocha não ultrapassa 50 cm, estando associados normalmente a relevos mais declivosos. As limitações ao uso estão relacionadas a pouca profundidade, presença da rocha e aos declives acentuados associados às áreas de ocorrência destes solos. Estes fatores limitam o crescimento radicular, o uso de máquinas e elevam o risco de erosão.

Sua fertilidade está condicionada à soma de bases e à presença de alumínio, sendo maior nos eutróficos e mais limitada nos distrófios e alícos. Os teores de fósforo são baixos em condições naturais. São normalmente indicados para preservação da flora e fauna, mas em algumas regiões, verifica-se que estes solos são utilizados, como nos estados de São Paulo e Minas Gerais, para produção de café e milho; com milho, feijão e soja em Santa Catarina e com viticultura e pastagem no Estado do Rio Grande do Sul. Quanto a classificação de seu subnível é considerado um solo de baixa fertilidade, presença de Horizonte superficial, com boa estrutura, bom teor de carbono, mas de baixa fertilidade, possuindo restrição na penetração de raízes.

> ***Neossolo Regolítico húmico léptico***

São solos pouco desenvolvido, não hidromórficos e de textura normalmente arenosa, apresentando alta erodibilidade principalmente em declives mais acentuados. São encontrados na região semiárida do Nordeste ao longo da Serra do Mar, desde o Espírito Santo até Santa Catarina, e nas regiões serranas interioranas de São Paulo e Minas Gerais. No Nordeste do Brasil, no agreste, são muito utilizados para algodão mocó, sisal e abacaxi; e ainda culturas de subsistência como milho e feijão, além de extensos plantios de tomate. Pastagens são também muito comuns nestas áreas. Quanto a classificação de seu subnível ele possui uma camada superficial rica em matéria orgânica e apresenta restrição à drenagem devido ao contato lítico na subsuperfície.

> ***Planossolo Háplico eutrófico arênico***

Possuem a característica de serem bem abastecidos de bases, o que lhes confere elevado status nutricional, mas com sérias limitações de ordem física relacionadas principalmente ao preparo do solo e à penetração de raízes devido ao adensamento. Em condições de adensamento e em função do contraste textural, estes solos são muito susceptíveis à erosão.

Ocorrem em grande parte no Nordeste, no Pantanal, no litoral do Rio de Janeiro e no Sul do Brasil, em áreas que margeiam a Lagoa dos Patos no Rio Grande do Sul, sendo bastante utilizados para pastagem e culturas de arroz neste estado. Quanto a classificação de seu subnível ele possui uma alta fertilidade e apresenta textura arenosa desde a superfície do solo até no mínimo 50 cm e no máximo 100 cm de profundidade sendo suscetível à erosão.

O Quadro 14 apresenta um resumo referente à aptidão dos solos e suas principais culturas no Brasil.

Quadro 14: Aptidão agrícola dos solos e principais culturas na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí Vacacaí-Mirim

Unidades de mapeamento de solos	Características gerais	Culturas desenvolvidas observadas no Brasil
Argissolo Amarelo alítico típico	Fertilidade normalmente baixa e teores muito elevados de alumínio no solo podendo afetar significativamente o desenvolvimento de raízes	Cana-de-açúcar, pastagens, mandioca, abacaxi, coco da baía e citros e grandes áreas de reflorestamento com eucalipto
Argissolo Bruno Acinzentado alítico abrúptico	Solos de baixa fertilidade e teores muito elevados de alumínio no solo afetando significativamente o desenvolvimento de raízes	Viticultura, reflorestamento com eucalipto e pinus, pastagens, cultura de fumo
Argissolo Vermelho-Amarelo	Restrições relacionadas a fertilidade	Cana-de-açúcar, fruticultura, pastagem plantada (capins braquiária, pangola e elefante), cultura da mandioca e algumas culturas de maracujá e inhame.
Chernossolo Ebânico	Altamente férteis, mas em algumas áreas podem apresentar limitações de profundidade até a rocha, restrição de drenagem prejudicando a mecanização	Pastagem, arroz irrigado, trigo, feijão e soja
Luvissolo Crômico pálico saprolítico	Quantidade de pedras no horizonte superficial que pode dificultar o uso de mecanização agrícola. Restrição a penetração de raízes na subsuperfície	Trigo, milho, feijão e soja
Neossolo Litólico distro-úmbrico fragmentário	Sua fertilidade está condicionada à soma de bases e à presença de alumínio, sendo maior nos eutróficos e mais limitada nos distróficos e alícos	Indicado para preservação da flora e fauna, porém verificasse a utilização para produção de café, milho, feijão, soja, viticultura e

		pastagem
Neossolo Regolítico húmico léptico	Possui uma camada superficial rica em matéria orgânica e apresenta restrição à drenagem devido ao contato lítico na subsuperfície	Algodão mocó, sisal, abacaxi, milho, feijão e tomate
Planossolo Háplico eutrófico arênico	Elevado status nutricional, mas com sérias limitações de ordem física relacionadas principalmente ao preparo do solo e à penetração de raízes devido ao adensamento	Pastagem e culturas de arroz

2.6.3. Erosão e Assoreamento de cursos de Água

A erosão é um processo de transformação dos solos oriundo das ações dos agentes externos ou exógenos que consiste no desgaste na superfície terrestre, prosseguido pelo transporte e deposição de sedimentos. Trata-se de um procedimento natural, entretanto, fatores como clima (regime de precipitações e temperaturas), solo, topografia (relevo), práticas de manejo do solo, práticas conservacionistas, condições antecedentes de umidade e tamanho da bacia hidrográfica podem influenciar este fenômeno.

A erosão é a principal fonte de sedimentos de diversos problemas ambientais tais como: a perda de solos férteis para a agricultura, desmoronamento de encostas, assoreamento acelerado de rios e reservatórios, entre outros.

Para a estimativa de perda de solo na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí Vacacaí-Mirim foi empregada o modelo da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS). Esta equação é um modelo paramétrico totalmente empírico e o seu ajuste depende de como os seus fatores reproduzem as condições do meio. Os seus parâmetros não têm realidade física, tratando-se de uma formulação empírica que pretende interpretar os mecanismos erosivos por suas causas e efeitos. É importante lembrar que neste modelo o maior potencial é a degradação por erosão hídrica.

A EUPS depende dos fatores de perda de solo como a erosividade da chuva, a erodibilidade do solo, a declividade e comprimento de rampa, e o uso e manejo e práticas conservacionistas. Conforme pode ser observado na equação apresentada a seguir.

$$A = R * K * L * S * C * P$$

Onde:

R: fator de erosividade da chuva (MJ.mm/ha.h.ano);

K: fator de erodibilidade do solo (ton.h/MJ.mm);

L: fator de comprimento;

S: grau de declividade;

C: fator de uso e manejo do solo;

P: fator de práticas conservacionistas;

A: perda de solo (ton/ha.ano).

As informações de estimativa de perda de solo apresentadas neste Plano de Bacia foram obtidas através da publicação de um trabalho desenvolvido por Leonardo Facini[117]. A seguir, estão descritos os fatores de perda de solo da EUPS.

> *Fator R - Erosividade da chuva*

O fator R expressa numericamente a capacidade da chuva em provocar erosão, em uma área sem proteção pelo impacto das gotas. Na determinação da erosividade da chuva utilizou-se as equações empíricas de regressão levantadas por pesquisas na área que relacionam a chuva anual na bacia com a chuva mensal. No caso da bacia em estudo se optou por utilizar a equação de Hickmann[118], elaborada para a erosividade das chuvas em Uruguaiana, Rio Grande do Sul, por Oliveira[119]. Na qual verificou a existência de 73 regressões para calcular a erosividade e concluíram que elas podem ser utilizadas para mapear os país inteiro. A equação de Hickmann é dada a seguir.

$$EI_{30} = -96{,}735 + 81{,}967 * \frac{r^2}{P}$$

Onde:

EI: média mensal do índice de erosão (MJ.mm/ha.h);

r: chuva média de um determinado mês (mm/mês);

P: chuva média anual (mm/ano).

O fator R para a Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim foi estimado a partir de dados de 8 postos pluviométricos da Agências Nacional de Águas (ANA) que estão no interior e no entorno da mesma, a partir das normais climatológicas. Posteriormente, através da interpolação em ambiente SIG, este fator foi especializado para a área da bacia.

> *Fator K – Erodibilidade do solo*

A erodibilidade do solo representa a sua susceptibilidade à erosão laminar, e pode ser definida como a quantidade de solo removido por unidade de área, considerando os demais fatores determinantes da erosão constantes. As propriedades do solo que influenciam na erodibilidade são as mesmas que afetam a infiltração, a permeabilidade, a capacidade total de armazenamento de água e aquelas que resistem às forças de dispersão, salpico, abrasão e transporte pelo escoamento.

Para o cálculo do fator de erodibilidade foi utilizado o mapa de tipos de solo do Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado do Rio Grande do Sul, elaborado pelo DERNA (Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais) e disponibilizado pelo

[117] FACINI, Leonardo. 2019. Relatório de Erosão do Solo e Produção de Sedimentos na Bacia Hidrográfica (G060) dos Rios Vacacaí Vacacaí-Mirim.

[118] HICKMANN, Clério et al. Erosividade das chuvas em Uruguaiana, RS, determinada pelo índice EI30, com base no período de 1963 a 1991. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 2, p.825-831, abr. 2008. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/107075>.

[119] CARVALHO, Newton de Oliveira. Hidrossedimentologia Prática. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. 602 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Com os tipos de solos foi extraído o valor K, conforme Quadro 15.

Quadro 15: Valores atribuídos ao Fator K para cada classe de solo.

Classes dos solos	Fator K
Argissolo Amarelo alítico típico	0,045
Argissolo Bruno Acinzentado alítico abrúptico	0,025
Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico	0,027
Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico úmbrico	0,027
Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico abrúptico	0,032
Chernossolo Ebânico carbonático vertissólico	0,031
Chernossolo Ebânico órtico vertissólico	0,031
Luvissolo Crômico pálico saprolítico	0,009
Neossolo Litólico Distro-úmbrico fragmentário	0,036
Neossolo Regolítico húmico léptico	0,029
Planossolo Háplico eutrófico arênico	0,055

> *Fator LS - Declividade e Comprimento de rampa*

O fator de comprimento de rampa (L) e grau de declividade (S) são conhecidos por fatores topográficos. Este fator é definido pelo produto da declividade com o comprimento da rampa e representa a relação da perda de solo entre a região e condições da área de análise com condições de obtenção padrão.

O fator topográfico LS foi obtida através da equação apresentada a seguir, a qual foi executada em ambiente SIG através de dados obtidos do MDE (Modelo Digital de Elevação) da bacia.

$$LS = \left(\frac{Área\ Acumulada * Resolução\ das\ Células}{22{,}13}\right)^{0,4} * \left(\frac{seno\left((\theta * \frac{\pi}{180}\right)}{0{,}0896}\right)^{1,3}$$

Onde:

Área Acumulada: Área drenada para um ponto específico da bacia;

Resolução das células: Tamanho de célula do arquivo *raster* utilizado – neste estudo 88 metros;

Declividade: Inclinação do terreno da área estudada.

> *Fator C - Fator de uso e manejo do solo*

O fator de uso e manejo do solo (fator C) representa a relação da perda de solo com o uso e cultivo da terra na região de estudo. Da mesma maneira que o fator K pode ser obtido, é possível obter-se os valores do fator C por meio da literatura, onde tabelas que relacionam o uso das terras com seus respectivos valores do fator de uso de solo nos disponibilizam a informação de forma que experimentos em campo não sejam necessitados. O fator C utilizado[120] para cada classe

[120] Devicari (2009); Silva (2004), Tómas (1993); Stein (1987), Bertoni e Lombardi Neto (2005); ESTADOS UNIDOS – Departament of Agriculture. 1961. Precicting rainfall erosion losses.

de solo está no Quadro 16.

Quadro 16: Fator de uso e manejo do solo (fator C) para a bacia

Classe de uso do solo	Fator C
Floresta	0,012
Capoeira	0,042
Campo Sujo	0,042
Campo Limpo	0,042
Lavoura	0,180
Reflorestamento	0,020
Urbano	0,100
Água	0,100

> *Fator P - Fator de práticas conservacionistas*

O fator de práticas conservacionistas (fator P) relaciona a perda de solo com métodos que estejam sendo aplicados no local com o objetivo de reduzir a erosão. Caso nenhuma prática esteja sendo aplicada, o valor de um é adotado para o fator P, e isto refere-se a locais onde não há a redução dos processos erosivos.

Neste caso da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí Vacacaí-Mirim, para atuar no cenário mais desfavorável, se optou por não considerar práticas conservacionistas na bacia. Ou seja, se utilizou o valor do fator P como sendo igual a unidade para toda a área da bacia hidrográfica.

> *Potencial Erosivo*

Com a obtenção de todos os fatores citados anteriormente, foi possível calcular o potencial erosivo na bacia, o qual se dá pelo produto dos seis fatores. O mapa de potencial erosivo mostra o potencial erosivo dividido em seis classes propostas[121]: nula ou pequena (<10 ton/ha.ano), moderada (10-15 ton/ha.ano), médio (15-50 ton/ha.ano), média a forte (50-120 ton/ha.ano), forte (120-200 ton/ha.ano) e muito forte (>200 ton/ha.ano). Na Figura 22 é apresentado o mapa final da aplicação da EUPS, o qual representa o potencial erosivo na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí Vacacaí-Mirim.

[121] CARVALHO, Newton de Oliveira. Hidrossedimentologia Prática. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. 602 p.

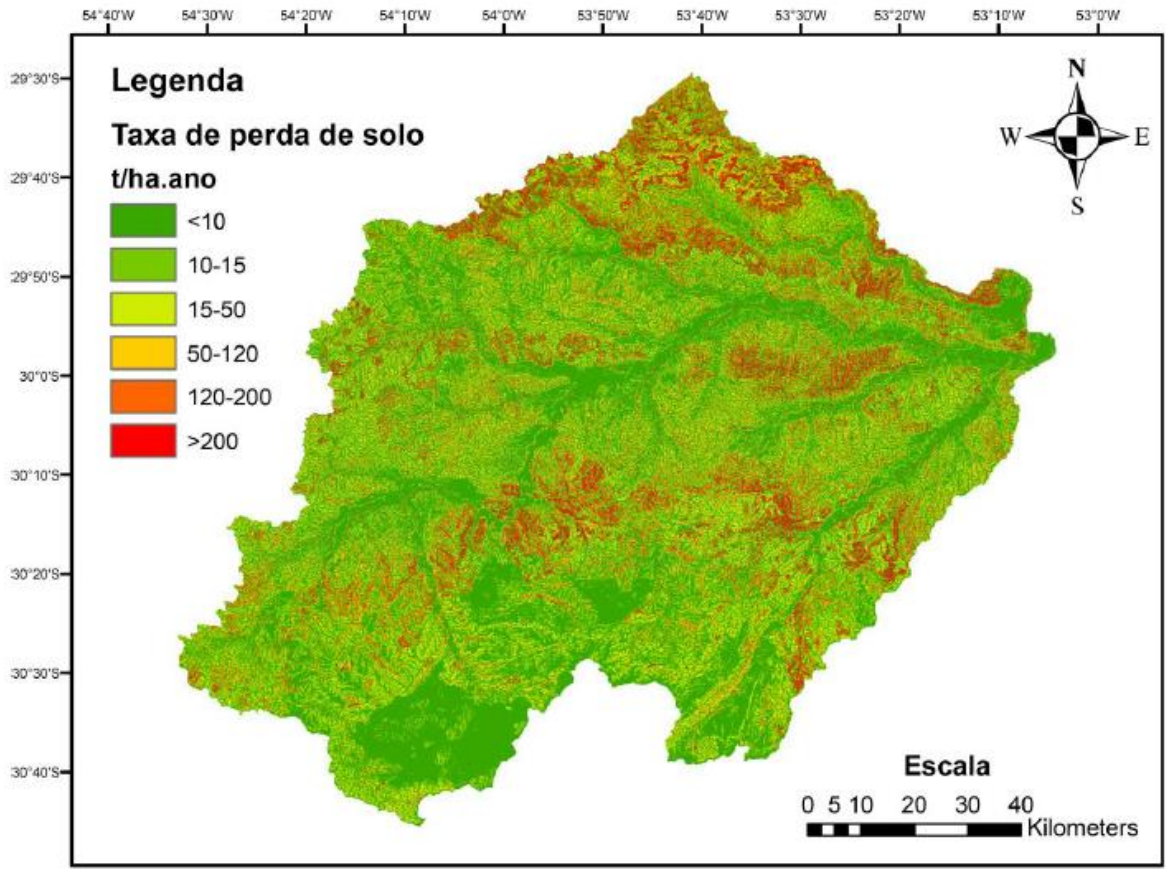


Figura 22: Potencial Erosivo da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí Vacacaí-Mirim, gerado por Facini, 2019.

É possível observar que a bacia possui uma taxa de perda de solo considerada moderada em sua maioria territorial. Entretanto em alguns pontos mais concentrados é possível observar uma taxa de perda de solo Muito Forte. A região que concentra o maior potencial erosivo se encontra no norte da bacia, onde as altitudes chegam a mais de 500m de altura.

Outra região em que foi observado uma taxa de erosão do solo considerada muito forte foi no centro-sul da bacia, onde ocorre a ocupação do solo por lavoura (que possui o maior fator de erosibilidade entre os coeficientes de ocupação do solo). Além disso, essa região apresenta uma declividade acentuada o que, agregando a ocupação por lavoura, eleva ainda mais o potencial erosivo.

2.8 Uso e ocupação do solo

Para o mapeamento do uso e ocupação do solo foi utilizado a coleção 5 do Projeto MapBiomas[122]. O Projeto MapBiomas é uma iniciativa multi-institucional para gerar mapas anuais de cobertura e uso do solo a partir de processos de classificação automática aplicada a imagens de satélite. A geração dos mapas é obtida através de mosaicos de imagens de satélite (série histórica LANDSAT 5, 7 e 8) para cada ano da série histórica com resolução espacial máxima de 30m formado pela composição dos *pixels* representativos de cada conjunto de

[122] "Projeto MapBiomas – Coleção 5 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, acessado em 06/01/2020 através do link: https://mapbiomas.org/download

imagens de um local num determinado período de tempo. A seguir é apresentado um breve descritivo dos usos atuais (classes) da cobertura do solo existentes na região.

> Água

Classe que compõem cerca de 2,19% da área da bacia, composta por espelhos d'água de lagoas, lagos, açudes, barragens, arroios e rios.

> Afloramento Rochoso

Constituído de zonas de mineração e de formação rochosa natural saliente.

> Agricultura - Outras Lavouras

Classe agrícola composta pelas demais culturas da região da bacia, tendo como destaque o arroz. Milho, aveia, trigo, mandioca, fumo, noz e frutas diversas estão presentes em menor porção. Nesta classe foram incluídas as áreas de solo exposto que momentaneamente não estão sendo cultivadas, mas que são utilizadas para agricultura.

> Agricultura - Soja

Classe agrícola referente ao cultivo de soja, principal cultura da região. Nesta classe foram incluídas as áreas de solo exposto que momentaneamente não estão sendo cultivadas, mas que são utilizadas para o cultivo de soja.

> Área Úmida Natural não Florestal

Áreas permanentemente ou periodicamente alagadas com grande variação espacial ao longo dos anos. Compreende menos de 1% da área da bacia, localizada principalmente junto a classe Água, Formação Campestre/Pastagem e Cultura Anual e Perene.

> Floresta Plantada

Plantações florestais principalmente de espécies dos gêneros Pinus e Eucalyptus, referentes à prática de silvicultura. Cerca de 1,47% da área da bacia é composta de Floresta Plantada, ocorrendo principalmente na porção sudoeste da bacia, próximo ao município de São Gabriel.

> Formação Campestre / Pastagem[123]

Vegetação de composição herbácea, formada basicamente por gramíneas e espécies vegetais de pequeno porte. Característico do bioma Pampa, compreende cerca de 34,24% da área total da bacia e é a segunda maior classe de ocupação do solo.

> Formação Florestal

Classe composta por matas, totalizando cerca de 16,72% da área total da BHVVM. As maiores formações florestais se encontram ao longo do trecho dos cursos hídricos

[123] O Norte da bacia hidrográfica dos rios Vacacaí-Vacacaí–Mirim está localizada numa região de transição entre os biomas Pampa e Mata Atlântica. A classificação do Projeto Mapbiomas é feita por biomas brasileiros e tem critérios diferentes para cada bioma. A classe "Pastagem" refere-se principalmente à áreas de Formação Campestre presentes no bioma da Mata Atlântica.

(mata ciliar), podendo ser encontrados também, em grande quantidade, no norte e no sul da bacia hidrográfica, nas porções norte e oeste dos municípios de Santa Maria e Caçapava do Sul, respectivamente.

> Infraestrutura Urbana

Classe constituída pela mancha urbana dos agrupamentos populacionais, sedes municipais e pequenas comunidades. Corresponde a menos de 1% da área total da bacia.

> Mosaico de Agricultura e Pastagem

Classe mista com usos agrícolas e pastagem. Essa classe é localizada pontualmente no Norte da BHVVM.

> Outra Área não Vegetada

Classe formada por solo exposto não cultivado próximo a leito de rios e corpos hídricos, margem de estradas e zonas de transição entre Infraestrutura Urbana e outras classes.

A BHVVM possui uso predominante agrícola, campos com presença de pastagens e formação florestal, com 43,90% (Soja 23,26%, Outras Lavouras 20,63%) 34,24% e 16,72%[124], respectivamente (Quadro 17). Esses usos totalizam 94,85% da bacia. Observa-se que as áreas de formação florestal são localizadas principalmente ao longo do rio Vacacaí, Arroio e Rio Santa Bárbara (Figura 23), correspondendo às áreas de remanescentes florestais e corredores ecológicos citados no item Unidades de Conservação. Outras classes, como infraestrutura urbana, floresta plantada e água também compõem os usos da bacia em menor proporção.

Quadro 17. Distribuição da área conforme classes de usos e ocupação atual do solo na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí Vacacaí-Mirim

Classe	km²	%
Água	245,13	2,19%
Afloramento Rochoso	4,17	0,04%
Agricultura - Outras Lavouras	2306,22	20,63%
Agricultura - Soja	2600,06	23,26%
Área Úmida Natural não Florestal	0,55	0,00%
Floresta Plantada	163,75	1,47%
Formação Campestre / Pastagem	3827,45	34,24%
Formação Florestal	1868,99	16,72%
Infraestrutura Urbana	74,21	0,66%
Mosaico de Agricultura e Pastagem	62,7	0,56%
Outra Área não Vegetada	23,6	0,21%
Total	11.176,84	100,00%

A UPG Alto Vacacaí apresenta como destaque a classe Formação Campestre/Pastagem, cobrindo 41,18% da UPG. A UPG mostra ainda significativa extensão de área agrícola, com 38,32% (20,13% Soja, 18,19% Outras Lavouras), e Formação Florestal, cobrindo 13,5% da área

[124] Todas as áreas calculadas nessa seção foram realizadas em ambiente de geoprocessamento.

total. A intensa atividade agrícola ocorre principalmente nos arredores de São Gabriel, maior município da UPG. Nota-se que a UPG Alto Vacacaí contém a maior concentração de Floresta Plantada da bacia, referente ao cultivo de Pinus e Eucalyptus, com cerca de 95 km² e 3,20% do total da UPG.

A UPG Médio Vacacaí, maior Unidade de Planejamento e Gestão (UPG) em área da bacia, possui 1675 km² de área agrícola (26,41% Soja, 21,64% Outras Lavouras), seguido da classe Formação Campestre/Pastagem, com 1172 km². A Região Sul de Santa Maria apresenta as maiores extensões de lavouras dentro da UPG. A área urbanizada chega à 38,44 km², correspondendo a 1,10% da área total da UPG, o que resulta na UPG Médio Vacacaí ser a com maior área urbana da bacia.

A UPG Baixo Vacacaí apresenta os maiores percentuais de área agrícola, cobrindo 54,76% (22,05% Soja, 32,71% Outras Lavouras) da área total da UPG, seguido das classes Formação Campestre/Pastagem e Formação Florestal, com 24,33% e 15,09%, respectivamente.

A UPG Santa Bárbara, localizada na região sudeste da bacia hidrográfica, é a UPG com maior quantidade de mata nativa característica do bioma Pampa conservada (classe Formação Campestre/Pastagem), constituída de gramíneas e vegetação rasteira, apresentando um total de 636,61 km² e 39,64% da área total da UPG. Observa-se também que a UPG apresenta a menor extensão de agricultura em comparação às demais, com 34,15% da área, e 23,55% da área composta por Formação Florestal.

A UPG São Sepé apresenta a segunda maior distribuição de Floresta Plantada, com 23,14 km² e 1,81% de sua área. A UPG está localizada em região de intensa atividade agrícola, com 25,83% de Soja e 21,72% de Outras Lavouras, totalizando 47,55% da área da UPG, seguida por Formação Campestre/Pastagem, com 34,07% e Formação Florestal, com 14,34%.

A UPG Vacacaí-Mirim está localizada no norte da bacia, com quase 49% de sua área sendo composta por agricultura. Essa UPG possui 45,43% (535,24 km²) do seu território no bioma Mata Atlântica e 54,57% (645,16 km²) no bioma Pampa. O maior percentual de Formação Florestal encontra-se na UPG Vacacaí-Mírim, com 24,83%. Essa classe está presente nas áreas do bioma Mata Atlântica preservadas na UPG, preferencialmente em áreas de maior declividade. A classe Mosaico de Agricultura e Pastagem se encontra, quase que na sua totalidade, na região da UPG Vacacaí-Mirim, com cerca de mais de 54 km². A classe refere-se a pequenas propriedades agrícolas em zonas com maiores declividades, localizadas preferencialmente no bioma Mata Atlântica. Os valores obtidos para as classes de uso e ocupação atual do solo em cada UPG são apresentados a seguir (Quadro 18 e Gráfico 4).

Quadro 18: Distribuição da área conforme classes de usos e ocupação atual do solo por UPG na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí Vacacaí-Mirim

Classe	UPG Alto Vacacaí		UPG Médio Vacacaí		UPG Baixo Vacacai		UPG Santa Bárbara		UPG São Sepé		UPG Vacacaí-Mirím	
	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%
Água	47,41	1,60%	92,92	2,67%	33,12	5,00%	21,21	1,32%	20,89	1,64%	29,59	2,51%
Afloramento Rochoso	3,27	0,11%	0,01	0,00%	0,00	0,00%	0,79	0,05%	0,10	0,01%	0,00	0,00%
Agricultura - Outras Lavouras	539,75	18,19%	754,39	21,64%	216,51	32,71%	254,26	15,83%	277,12	21,72%	264,14	22,38%
Agricultura - Soja	597,07	20,13%	920,49	26,41%	145,95	22,05%	294,08	18,31%	329,58	25,83%	312,91	26,51%
Área Úmida Natural não Florestal	0,01	0,00%	0,53	0,02%	0,01	0,00%	0,00	0,00%	0,01	0,00%	0,00	0,00%
Floresta Plantada	94,86	3,20%	20,77	0,60%	2,49	0,38%	16,67	1,04%	23,14	1,81%	5,81	0,49%
Formação Campestre / Pastagem	1221,61	41,18%	1172,27	33,63%	161,02	24,33%	636,61	39,64%	434,72	34,07%	201,21	17,05%
Formação Florestal	441,27	14,87%	473,59	13,59%	99,89	15,09%	378,18	23,55%	182,96	14,34%	293,09	24,83%
Infraestrutura Urbana	12,00	0,40%	38,44	1,10%	0,88	0,13%	1,85	0,12%	5,14	0,40%	15,90	1,35%
Mosaico de Agricultura e Pastagem	0,00	0,00%	8,23	0,24%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	54,47	4,61%
Outra Área não Vegetada	9,47	0,32%	4,36	0,13%	2,00	0,30%	2,18	0,14%	2,26	0,18%	3,31	0,28%
Total	2966,73	100,00%	3485,99	100,00%	661,86	100,00%	1605,83	100,00%	1275,92	100,00%	1180,43	100,00%

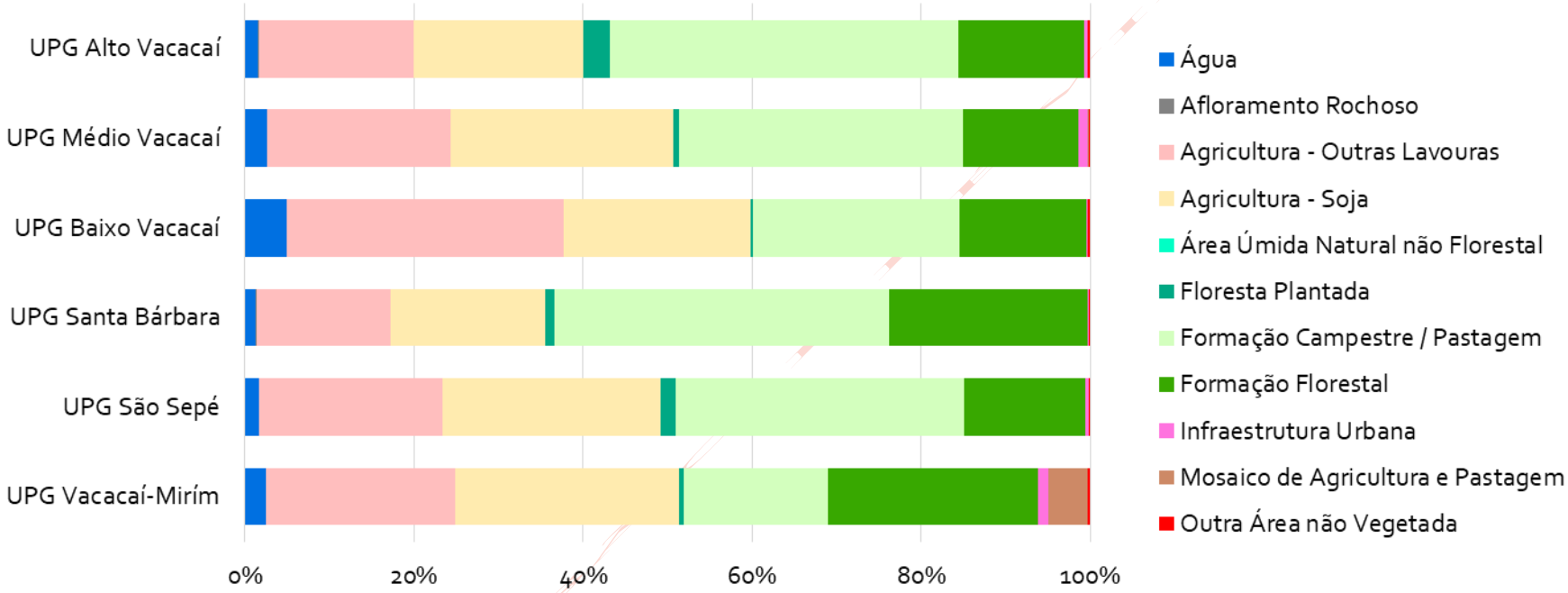


Gráfico 4: Composição em área das classes de uso e ocupação por UPG da bacia

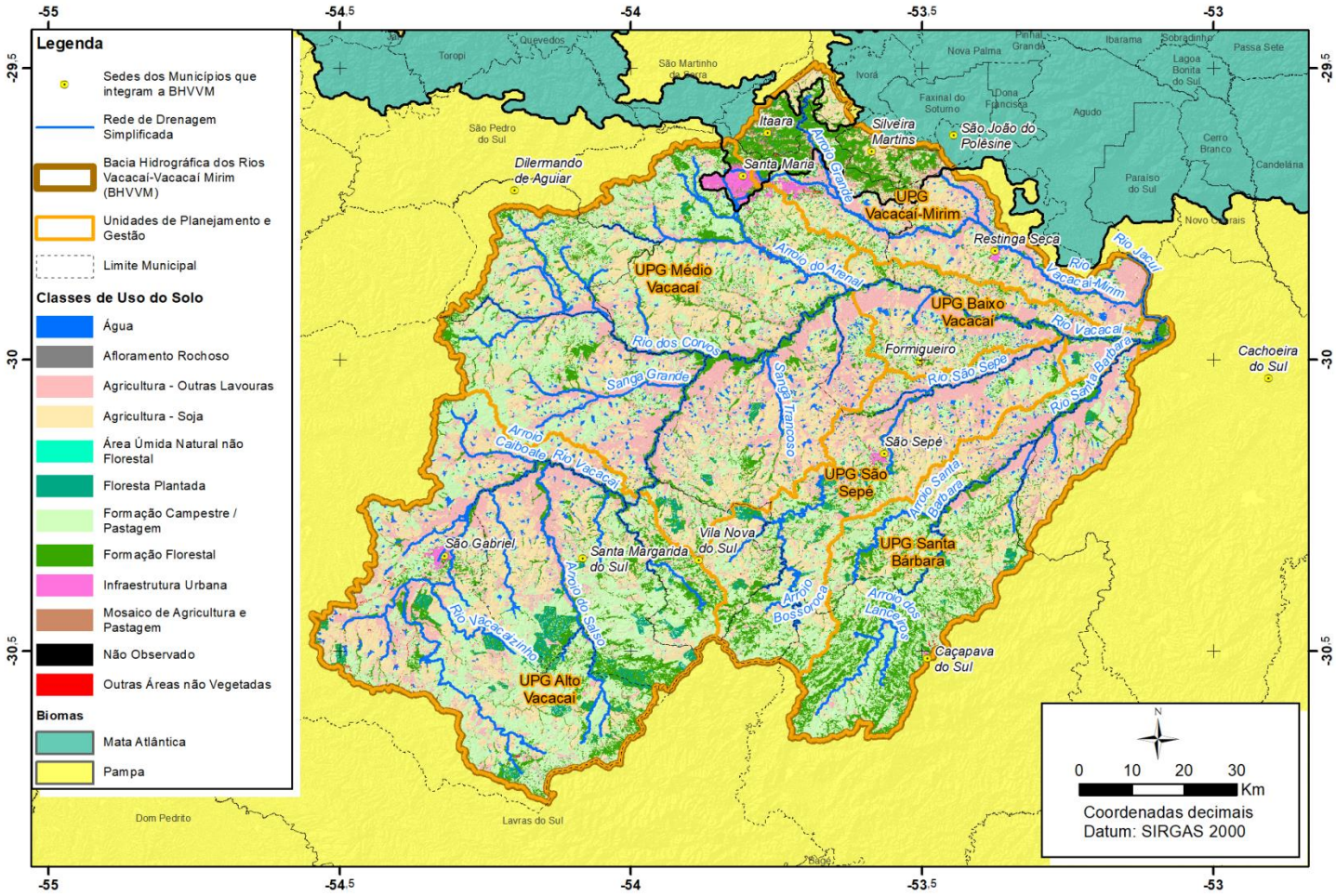


Figura 23: Uso do Solo na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí para o ano de 2018 (adaptado do MapBiomas)

2.8.1 *Áreas de interesse especial*

Tomando por base o planejamento territorial da bacia hidrográfica, resultante das diretrizes apontadas durante a elaboração dos Planos de Gestão de Recursos hídricos e sua correlação necessária com os demais planos, projetos e programas relacionados aos demais setores usuários e de desenvolvimento regional, destacam-se as inter-relações entre o sistema ambiental e o sistema de recursos hídricos.

Frente à legislação atual vigente, quando foca-se na relação com os usos atuais e futuros da água, há que se destacarem as relações de causa e efeito do uso e ocupação do solo nas questões quali-quantitativas da água. Desta forma, focando no enquadramento das águas em classes de uso, destacam-se como áreas de interesse especial para a gestão de recursos hídricos as Áreas de Preservação Permanente (APPs), o Bioma Pampa, a RBMA, o Corredor Ecológico da Quarta Colônia, as Unidades de Conservação (UCs) e as terras indígenas, quilombolas e assentamentos.

Antes de se entrar nos detalhes destas áreas de interesse especial citadas, registra-se a existência da "Reserva Biológica Exótica-Nativa" Sanga da Bica, uma área com Tombamento Histórico-Ecológico definido pela Lei de Nº 1774/91. A Sanga da Bica está localizada a 300 da praça Fernando Abbott na propriedade da Família Assis Brasil em área geográfica de 56.800m^2 de Mata Nativa particularmente preservado. Dispõe de grande diversidade de plantas exóticas e nativas e principalmente arvores medicinais[125]. A partir da pesquisa realizada, verificou-se que a Sanga da Bica provavelmente seja um afluente direto do Rio Vacacaí.

Conforme informações recebidas da Prefeitura Municipal de São Gabriel via email, não há demarcação oficial da área que se encontra em área privada e não está sob administração do município, e a reserva não está instituída de acordo com a legislação brasileira vigente. Portanto esta reserva biológica não será apresentada juntamente com as UCs da bacia.

> ***Áreas de Preservação Permanente***

Com base nos preceitos legais vigentes[126], entende-se por Áreas de Preservação Permanente - APPs: "área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas" (art. 30, Inciso II[126]).

Como se sabe, as APPs cumprem o papel de produtoras de águas e, de forma mais ampla, de serviços ecossistêmicos. Além da água, protegem o solo contra a erosão hídrica e laminar, reduzem a quantidade de sedimentos, evitam o assoreamento dos rios, formam corredores biológicos responsáveis pelo fluxo gênico da flora e da fauna, minimizam os riscos de pragas e servem de abrigo para os insetos polinizadores, bem como de reserva genética das espécies da flora brasileira. O Quadro 19 descreve os benefícios da cobertura vegetal para os recursos hídricos.

[125] SÃO GABRIEL. PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO GABRIEL. . Meio Ambiente. 2021. Disponível em: https://www.saogabriel.rs.gov.br/pagina/meio-ambiente Acesso em: 21 jul. 2020.
[126] Lei Federal no 12.651/2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.

Quadro 19: Benefícios da cobertura vegetal para os recursos hídricos

: Benefício	Descrição
Qualidade da água	A mata ciliar desempenha uma ação importante na filtragem superficial de sedimentos. Solos florestais são mais úmidos do que outros solos e geralmente contêm mais nutrientes, permitindo que os mesmos filtrem contaminantes de modo mais eficiente.
Atenuação dos picos de vazão	Apenas parte da bacia contribui para o escoamento direto das águas da chuva, sobretudo pelo fato de as árvores consumirem água pela evapotranspiração. Em um primeiro momento a floresta é capaz de tornar perene a vazão do rio, atenuando as enchentes. Após as chuvas, a água é liberada gradativamente amenizando as baixas vazões no período de estiagem. Assim a recuperação da vegetação contribui para o aumento da capacidade de armazenamento da água na micro bacia, o que eleva o nível de vazão no período de estiagem se comparada com a que seria gerada na situação de uma área desmatada.
Ciclagem de nutrientes	A ciclagem de nutrientes em florestas tropicais é geralmente rápida devido às altas velocidades de decomposição e dos fluxos de água no sistema. Porém, existem alguns processos de transferência exclusivos de matas ciliares que são: entrada de sedimentos a partir das áreas adjacentes, transportados pelas águas das chuvas ou do rio e retidos pela faixa florestal que atua como filtro; a entrada de nutrientes pelo fluxo lateral do lençol freático, transportando-os das partes mais elevadas para a faixa ciliar; e a perda de nutrientes com o arrastamento da serrapilheira pela água dos rios em áreas inundáveis.
Proteção dos corpos d'água	Além do papel desempenhado pelas raízes na estabilização das margens, a mata ciliar abastece continuamente o rio ou o reservatório com material orgânico por intermédio das folhas e dos frutos que caem na água, ou indiretamente pelo carreamento de detritos e solutos orgânicos de origem local. Ao mesmo tempo, a copa das árvores atenua a radiação solar incidente nas margens do corpo d'água. Dessa forma, as árvores garantem alimento e nutrientes para a biota aquática, estabilidade da temperatura do corpo hídrico e proteção das margens contra o intemperismo tropical.
Redução da taxa de escoamento superficial de água	A cobertura florestal retém a água e retarda o tempo em que o solo entra em ponto de saturação. Solos florestais geralmente têm maior capacidade de armazenamento de água do que solos não florestais. As estruturas mais complexas das superfícies de solos florestais permitem também uma maior infiltração de água do que solos não florestais. As raízes tendem a atuar tanto no favorecimento à infiltração da água, como nas perdas por evapotranspiração. Retardando a taxa de escorrimento, florestas podem minimizar enchentes em pequenas micro bacias. Também reduzindo as taxas de escorrimento, as florestas podem incrementar o fluxo de água na época seca.
Aumento da recarga de nascentes e águas subterrâneas	A cobertura florestal pode, a princípio, reduzir a recarga de água porque maior quantidade de chuva é interceptada pela vegetação e retorna à atmosfera pela evapotranspiração. Por outro lado, solos florestais permitem uma maior percolação da água pluvial abastecendo os lençóis freáticos. A retirada da cobertura vegetal pode resultar em um processo de impermeabilização do solo capaz de reduzir ou prevenir a infiltração da água e o processo de recarga das nascentes e dos aquíferos.
Influência da floresta sobre o solo	Outro benefício causado pela presença da cobertura florestal é a redução da erosão do solo e da sedimentação nos cursos de água. A barreira natural exercida pelas copas das árvores faz com que menos água chegue diretamente ao solo e a porção que atinge a superfície da terra chega com bem menos força e pressão graças aos diversos estratos florestais e a serrapilheira que protegem o solo do impacto direto da chuva.

Para a Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí–Vacacaí-Mírim foram produzidas e identificadas as APPs das faixas marginais dos cursos d'água (trecho de drenagem) e das faixas das encostas com declividade superior a 45°. A bacia não apresenta APPs de lagos e lagoas[127], nem de topo de morro. As APPs de banhados não foram mapeadas nesta fase, pois necessitariam de extenso trabalho de campo para compatibilização de escalas e precisão do dado, para se obter o diagnóstico e sua atualizada demarcação.

A fim de determinar as APPs de faixas marginais de cursos d'água, considerando as divergências metodológicas quanto à definição de leito máximo, foi aplicada uma metodologia desenvolvida pela Divisão de Planejamento e Gestão (DIPLA) do DRHS, a qual é baseada em ferramentas hidrológicas e de geoprocessamento[128]. Esta metodologia permite estimar a largura do leito regular de um curso d'água, com base em sua área de drenagem, e a partir desta largura, são definidas as faixas marginais de cursos hídricos que devem ser protegidas conforme a Lei Federal no 12.651/2012. Cabe ressaltar que o resultado refere-se a uma estimativa da área de APP, não necessariamente condizente com a área real medida *in loco* (a qual não será levantada neste trabalho em função da escala adotada neste Plano de Bacia[129]). Dessa forma, a ferramenta utilizada tem objetivo para fins de um diagnóstico expedito da situação de áreas de proteção de recursos hídricos. Para as APPs de declividade, foram selecionadas as áreas com declividade superior a 45° a partir do mapa de declividade gerado conforme parâmetros definidos por EMBRAPA 1979. O resultado da delimitação destas APPs na bacia pode ser observado na Figura 24.

[127] Não foram encontradas lagos e lagoas na Base Cartográfica da SEMA-RS (BCRS18).
[128] Nota Técnica DIPLA 001/2020: "Delimitação de áreas de preservação permanente em cursos d'água para fins de gestão no estado do Rio Grande do Sul: uma abordagem indireta com técnicas de hidrologia e geoprocessamento".
[129] As limitações do método são apresentadas com mais detalhes na Nota Técnica acima. Não são calculadas APPs em barragens e reservatórios com essa metodologia.

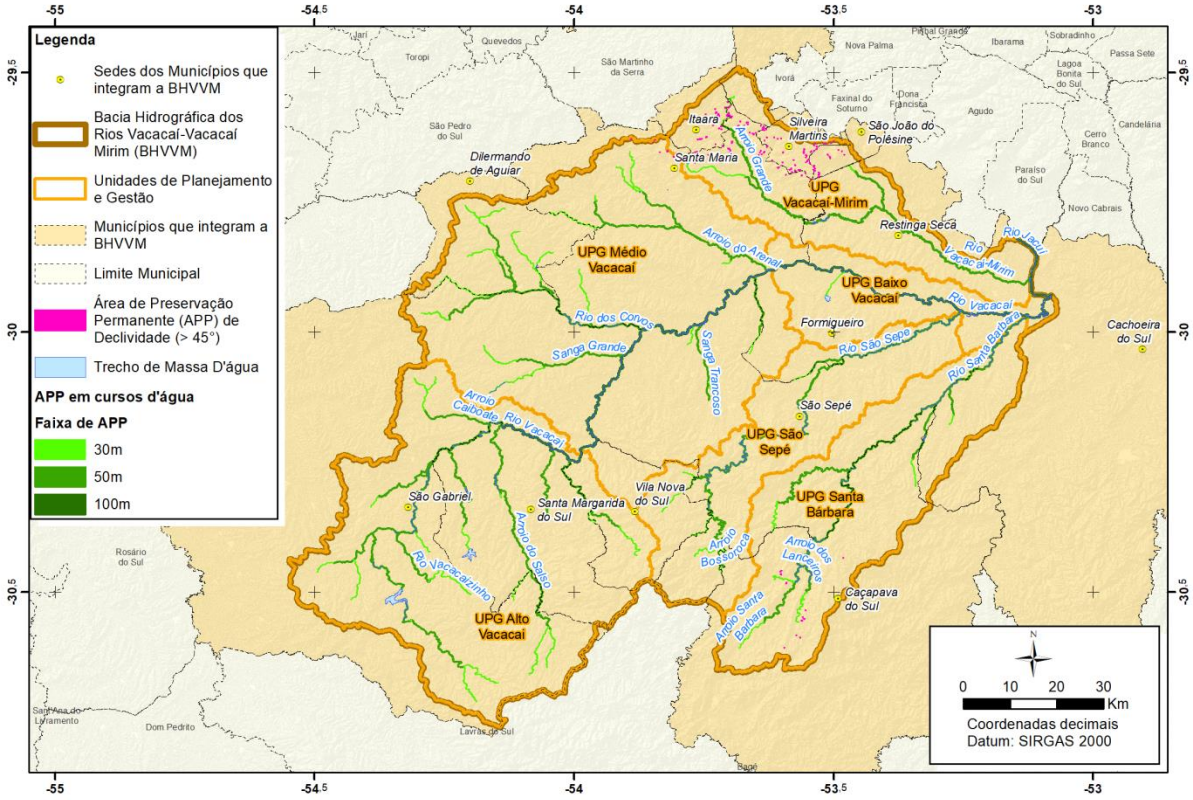


Figura 24: Áreas de Preservação Permanente na bacia hidrográfica

Conforme o Quadro 20, o menor quantitativo de APPs refere-se às encostas com declividade superior a 45°, totalizando 0,66 km², com destaque para a UPG Vacacaí-Mirim, que apresenta as áreas com maiores altitudes e declividades. As UPG Alto Vacacaí e UPG São Sepé não apresentam APPs de declividade. Já as APPs no entorno de cursos d'água estão distribuídas ao longo de todas as UPGs, totalizando 169,28 km², com destaque para as UPG Alto Vacacaí e UPG Médio Vacacaí[130].

Quadro 20: Quantitativo de Áreas de Preservação Permanente para cada UPG

	Áreas de Proteção Permanente (km²)			
UPGs	Declividade (km²)	Cursos d'água (km²)	Total (km²)	Total (% UPG/bacia)
Alto Vacacaí	-	46,07	46,07	1,55%
Médio Vacacaí	0,02	51,03	51,05	1,46%
Baixo Vacacaí	-	15,59	15,59	2,36%
Santa Bárbara	0,04	21,99	22,03	1,37%
São Sepé	-	17,79	17,79	1,39%
Vacacaí-Mirim	0,60	16,80	17,40	1,47%
Total	0,66	169,28	169,94	1,52%

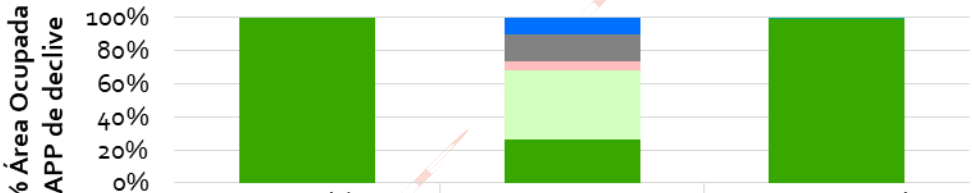
[130] As metodologias empregadas não consideram "Áreas Consolidadas" presentes na Lei Federal no 12.651/2012.

Posteriormente, procedeu-se o cruzamento destas áreas com os dados de uso e ocupação atual do solo por UPG, bem como se avaliou o comprometimento de usos das APPs por intermédio da análise das atividades antrópicas mapeadas nas mesmas. Os dados resultantes são apresentados nos gráficos abaixo (Gráfico 5 e Gráfico 6).

Área de Preservação Permanente de Declividade

As Áreas de Preservação Permanente de Declividade (APP de declive) ocupam 0,0059% do território da bacia, sendo que 90,52% da APP de declive está localizada na UPG Vacacaí-Mirim, 6,54% na UPG Santa Bárbara e 2,94% na UPG Baixo Vacacaí.

Nas UPG Médio Vacacaí, 100% das áreas de APP de declive são ocupadas pela classe Formação Florestal, enquanto que na UPG Vacacaí-Mirím, 98,49%. Nesta UPG, o restante das áreas de APP de declive é formado pelas classes Formação Campestre / Pastagem (0,18%) e Mosaico de Agricultura e Pastagem (0,53%). A UPG Santa Bárbara apresenta apenas 25,86% de ocupação da APP de declive em áreas de formação florestal, destacando-se a classe formação campestre/pastagem com 41,85%; esta é a única UPG onde se identificou áreas de uso agrícola em APP de declive.



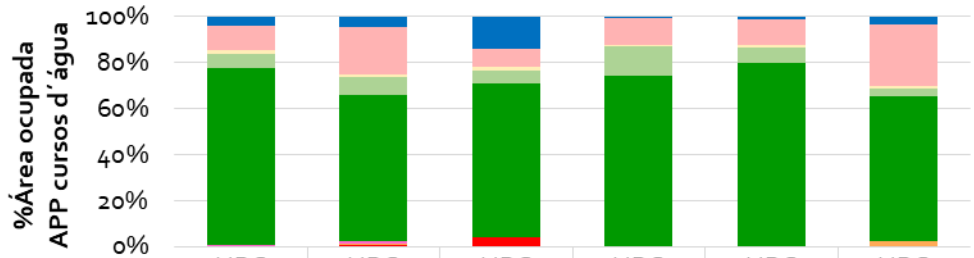
	UPG Médio Vacacaí	UPG Santa Bárbara	UPG Vacacaí-Mirím
Água	0,00%	9,89%	0,00%
Afloramento Rochoso	0,00%	16,63%	0,00%
Agricultura - Outras Lavouras	0,00%	5,14%	0,00%
Agricultura - Soja	0,00%	0,00%	0,00%
Área Úmida Natural não Florestal	0,00%	0,00%	0,00%
Floresta Plantada	0,00%	0,00%	0,80%
Formação Campestre / Pastagem	0,00%	41,85%	0,18%
Formação Florestal	100,00%	25,86%	98,49%
Infraestrutura Urbana	0,00%	0,00%	0,00%
Mosaico de Agricultura e Pastagem	0,00%	0,00%	0,53%
Outra Área não Vegetada	0,00%	0,63%	0,00%

Gráfico 5: Ocupação das Áreas de Preservação Permanente de Declividade na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí–Vacacaí-Mirim

Área de Preservação Permanente de cursos d'água

As Áreas de Preservação Permanente de curso d'água ocupam 1,51% do território da

bacia. Nessa APP, verifica-se que uma parcela considerável é ocupada com usos inadequados (Gráfico 6), principalmente áreas agrícolas, chegando a mais de 27% na UPG Vacacaí Mirím. A classe Formação Florestal ocupa, aproximadamente, 63% a 80% das áreas de APP de cursos d'água e é a classe com maior ocupação em todas as UPGs. A classe Formação Campestre / Pastagem aparece como o terceiro uso mais ocupado, com 12,93% de área ocupada na UPG Santa Bárbara.



	UPG Alto Vacacaí	UPG Médio Vacacaí	UPG Baixo Vacacaí	UPG Santa Bárbara	UPG São Sepé	UPG Vacacaí-Mirím
Água	3,91%	4,39%	14,29%	0,94%	1,50%	3,31%
Afloramento Rochoso	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%
Agricultura - Outras Lavouras	10,55%	20,68%	7,48%	11,59%	11,02%	27,11%
Agricultura - Soja	1,79%	1,12%	1,85%	0,46%	1,05%	0,73%
Área Úmida Natural não Florestal	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Floresta Plantada	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,08%	0,07%
Formação Campestre / Pastagem	6,06%	8,19%	5,48%	12,93%	6,32%	3,27%
Formação Florestal	77,20%	63,61%	67,04%	74,03%	79,93%	63,15%
Infraestrutura Urbana	0,39%	0,68%	0,00%	0,00%	0,00%	0,26%
Mosaico de Agricultura e Pastagem	0,00%	0,93%	0,00%	0,00%	0,00%	1,94%
Outra Área não Vegetada	0,06%	0,39%	3,86%	0,04%	0,08%	0,15%

Gráfico 6: Ocupação das Áreas de Preservação Permanente de Cursos d'água na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí–Vacacaí-Mirim

Nota-se, porém, que nos principais cursos d'água de cada UPG, a classe formação florestal tem valores ainda mais expressivos. O Rio Vacacaí (trecho relativo a UPG Alto Vacacaí e UPG Médio Vacacaí), o Rio São Sepé e Arroio e Rio Santa Bárbara possuem mais de 80% de suas APP's preservadas com mata ciliar (Gráfico 7). À jusante do Rio Vacacaí, nota-se uma diminuição da mata ciliar nas APP's. Na UPG Baixo Vacacaí as matas ciliares ocupam 68,36% da APP. Ainda, no rio Vacacaí-Mirím, a classe Formação Florestal ocupa 67,50% das áreas de APP de curso hídrico.

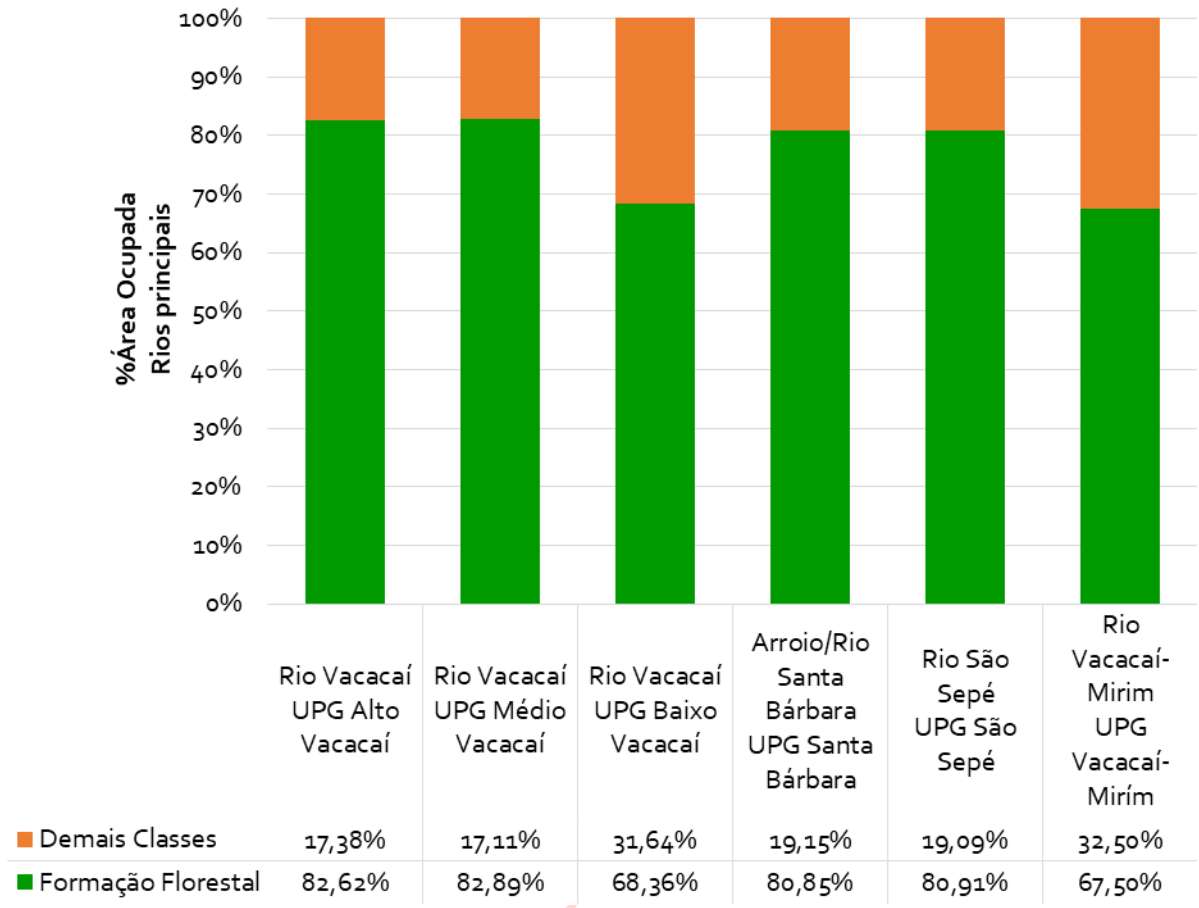


Gráfico 7: APPs nos principais cursos de água

> *Bioma Pampa*

O Pampa é o bioma predominante na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim, conforme pode ser visualizado no mapa da Figura 23. As paisagens naturais deste bioma se caracterizam pelo predomínio dos campos nativos, mas há também a presença de matas ciliares, matas de encosta, matas de pau-ferro, formações arbustivas, butiazais, banhados, afloramentos rochosos, entre outros[131]. O Pampa recentemente deixou de ser "esquecido" como alvo de conservação e teve sua diversidade biológica e cultural abordadas em dois projetos: RS Biodiversidade e GEF Terrestre, ambos com participação da SEMA-RS.

O Projeto RS Biodiversidade, entre outros resultados, o mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal do Bioma Pampa, ano-base 2009. O GEF Terrestre - Projeto Estratégias de Conservação, Restauração e Manejo para a Biodiversidade da Caatinga, Pampa e Pantanal, desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente, teve entre seus objetivos promover a recuperação de áreas degradadas, incentivar boas práticas produtivas associadas a usos permitidos dentro ou no entorno de unidades de conservação, gerar conhecimento sobre espécies ameaçadas de extinção e seu manejo, promover o engajamento das comunidades na

[131] BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. . Pampa: conhecimentos e descobertas. 20--. Disponível em: https://www.mma.gov.br/biomas/pampa. Acesso em: 20 jul. 2020.

conservação da biodiversidade e a integração das ações do Projeto com iniciativas locais[132]. Da mesma forma que o RS Biodiversidade, o GEF Terrestre incentiva a manutenção das atividades no campo, com a adoção de práticas sustentáveis e a valorização da produção artesanal/cultural da região.

> ***Reserva da Biosfera da Mata Atlântica***

A Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim está parcialmente inserida na RBMA, a primeira unidade da Rede Mundial de Reservas da Biosfera declarada no Brasil. É a maior reserva da biosfera em área florestada do planeta, com cerca de 78.000.000 hectares nos 17 estados brasileiros onde ocorre a Mata Atlântica. A RMBA tem funções de conservação, desenvolvimento sustentável e conhecimento, e, para cumprir suas funções, tem um zoneamento de seu território composto por[133]:

- **Zonas núcleo**: áreas legalmente protegidas, com perímetro definido, cuja função principal é a proteção da biodiversidade, e correspondem basicamente aos parques e outras unidades de conservação de proteção integral;
- **Zonas de amortecimento**: estabelecidas no entorno das zonas núcleo, ou entre elas, tem por objetivos simultâneos minimizar o impacto sobre estes núcleos e promover a qualidade de vida das populações da área, especialmente as comunidades tradicionais. Em geral correspondem às áreas de mananciais, APAS e outras Unidades de Conservação de uso sustentável, áreas tombadas e outras regiões de interesse sócio ambiental.
- **Zonas de transição**: se destinam prioritariamente ao monitoramento e à educação ambiental visando integrar de forma mais harmônica as zonas mais internas da Reserva com áreas externas, onde predominam usos e ocupação mais intensivos (urbanização, agricultura, indústria).

A RBMA possui zonas núcleo na porção norte da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim, relacionadas às unidades de conservação Parque Natural Municipal dos Morros (município de Santa Maria), Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Moã (município de Itaara), Rebio do Ibicuí Mirim (município de Santa Maria) e demais fragmentos florestais remanescentes. As zonas de amortecimento acompanham principalmente as dos principais arroios da bacia e do Rio Vacacaí, indo até sua foz no Rio Jacuí.

A Figura 25 apresenta a RBMA abrangida dentro dos limites da bacia.

[132] BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. . Projeto Estratégias de Conservação, Restauração e Manejo para a Biodiversidade da Caatinga, Pampa e Pantanal – GEF Terrestre. 2018. Disponível em: https://www.mma.gov.br/areas-protegidas/programas-e-projetos/projeto-gef-terrestre.html#objetivos. Acesso em: 20 jul. 2020.

[133] RBMA (Brasil). Portal da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica: território e zoneamento. 20--. Disponível em: http://www.rbma.org.br/index.asp/. Acesso em: 20 jul. 2020.

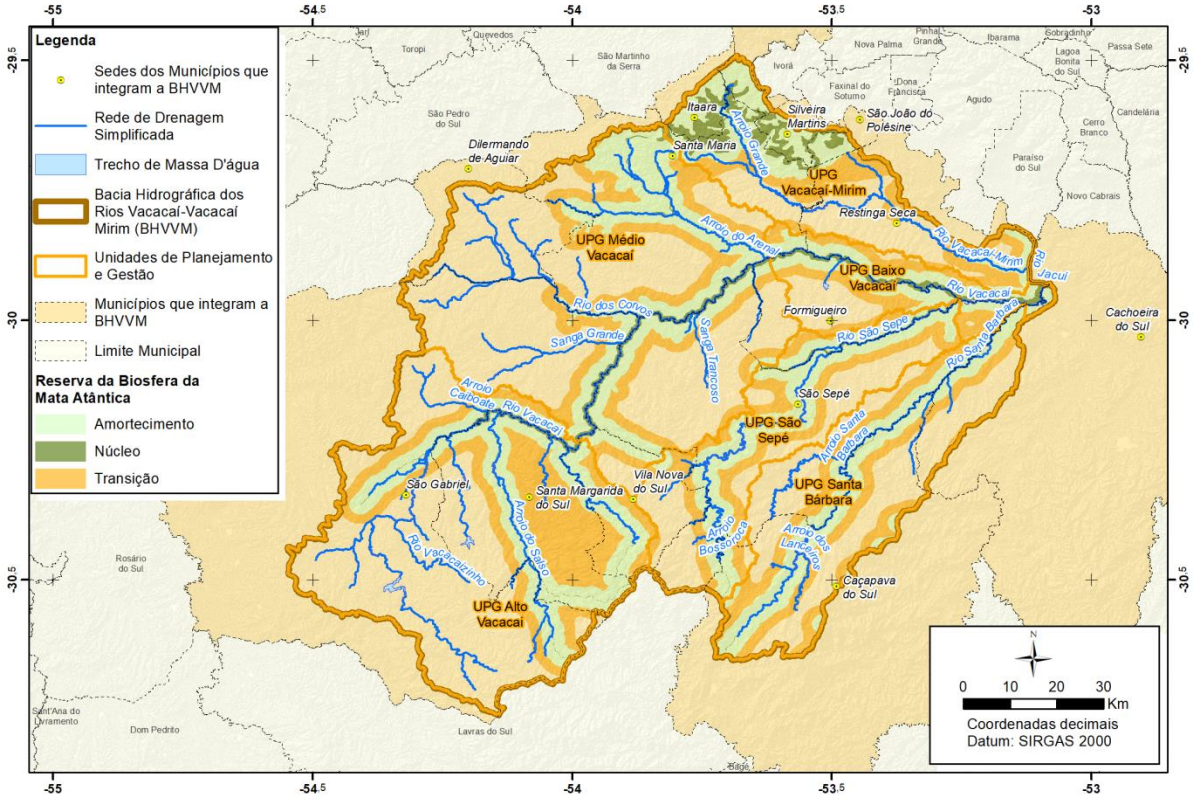


Figura 25: RBMA na bacia dos rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim

> *Corredor Ecológico da Quarta Colônia*

Destaca-se ainda a presença do Corredor Ecológico da Quarta Colônia na porção Norte da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim. O Corredor Ecológico da Quarta Colônia foi criado com o propósito de promover a conservação da biodiversidade por meio de estratégias de gestão territorial que mantenham ou recuperem processos ecológicos, especialmente o fluxo gênico e de organismos, entre o Parque Estadual da Quarta Colônia e remanescentes significativos da Floresta Estacional, definidos como alvos prioritários de conservação, bem como gerar oportunidades de renda a partir da reorganização de processos produtivos e do uso sustentável dos recursos naturais (Art. 1º Portaria SEMA-RS n.º 143/2014). Este Corredor Ecológico é mais um produto do Projeto RS Bioversidade.

A Figura 26 apresenta a abrangência espacial do Corredor Ecológico da Quarta Colônia, sua Zona de Amortecimento (ZA) e áreas consideradas como alvos prioritários para conservação. Também são apresentadas no mapa as Unidades de Conservação (UCs) relacionadas ao Corredor Ecológico. Essas UCs serão apresentadas em mais detalhes no item seguinte.

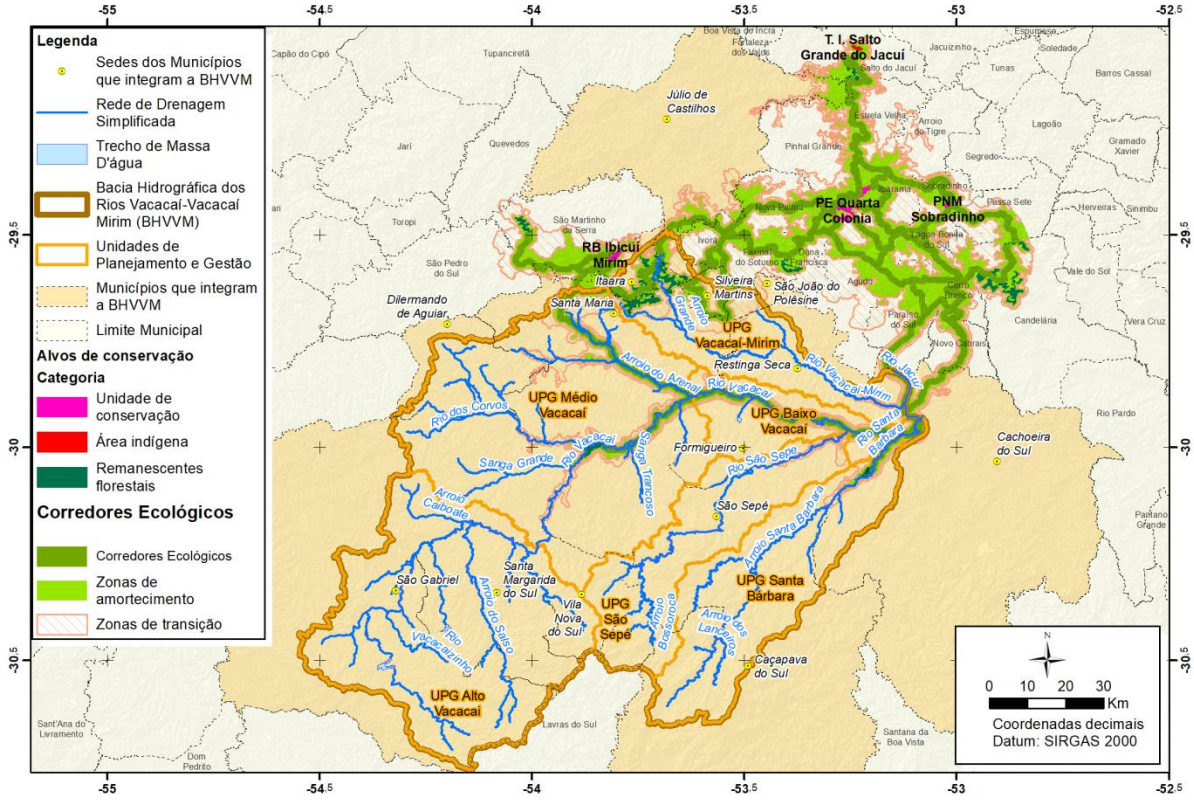


Figura 26: Inserção do Corredor Ecológico da Quarta Colônia na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim

> *Unidades de Conservação*

Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, em seu artigo 4º, inciso I, alínea c, aplica-se a Classe Especial para águas destinadas à preservação dos ambientes aquáticos em Unidades de Conservação de Proteção Integral. De acordo com a definição presente na Lei Federal nº 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), regulamentação pelo Decreto Federal nº 4.340/2002, UC é *"o espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção"*.

Existem dois grupos de UCs instituídos pela Lei Federal nº 9.985/2000, o grupo de Unidades de Proteção Integral e o grupo de Unidades de Uso Sustentável. O objetivo básico das Unidades de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nesta Lei. Já para UCs de Uso Sustentável, o objetivo é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais.

A fim de levantar as UCs localizadas na bacia, foram realizadas pesquisas nos sistemas do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), que é a entidade incumbida de executar as ações do SNUC, da SEMA-RS, órgão coordenador e executor do

Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC-RS). Foram identificadas três UCs na bacia hidrográfica (Figura 27), sendo dois Parques Municipais, que são UCs de Proteção Integral, e uma RPPN, uma UC de Uso Sustentável.

Em continuidade, foi avaliada a existência de UCs externas à bacia hidrográfica, mas próximas de seu limite, em função de que o entorno de uma UC estabelecido no ato de sua criação ou no Plano de Manejo como ZA, é uma área onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre as Unidades[134].

Conforme o novo Código Ambiental, o licenciamento ambiental dependerá de autorização do órgão responsável pela administração de UC quando se tratar de empreendimentos de significativo impacto ambiental que se localizem ou que possam afetar UC específica ou sua ZA. O novo Código também define que esta autorização também será necessária para empreendimento de significativo impacto ambiental, localizado numa faixa de 3 km a partir do limite da UC, cuja ZA não esteja estabelecida, com exceção de RPPNs, Áreas de Proteção Ambiental (APAs) e Áreas Urbanas Consolidadas. Nos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA/RIMA, o órgão ambiental licenciador deverá dar ciência ao órgão responsável pela administração da UC, quando o empreendimento puder causar impacto direto em UC, estiver localizado na sua ZA; ou estiver localizado no limite de até 2 km da UC, cuja ZA não tenha sido estabelecida no prazo de até 5 (cinco) anos a partir da data da publicação do Código[135].

Nas proximidades da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim foi localizada a Reserva Biológica do Ibicuí Mirim, no município de Santa Maria, com distância de cerca de 2 km do limite da bacia.

[134] RIO GRANDE DO SUL (Estado). Decreto nº 53.037, de 20 de maio de 2016. Institui e regulamenta o Sistema Estadual de Unidades de Conservação - SEUC. . Porto Alegre, RS, 20 maio 2016.
[135] RIO GRANDE DO SUL (Estado). Constituição (2020). Lei nº 15.434, de 09 de janeiro de 2020. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 09 jan. 2020.

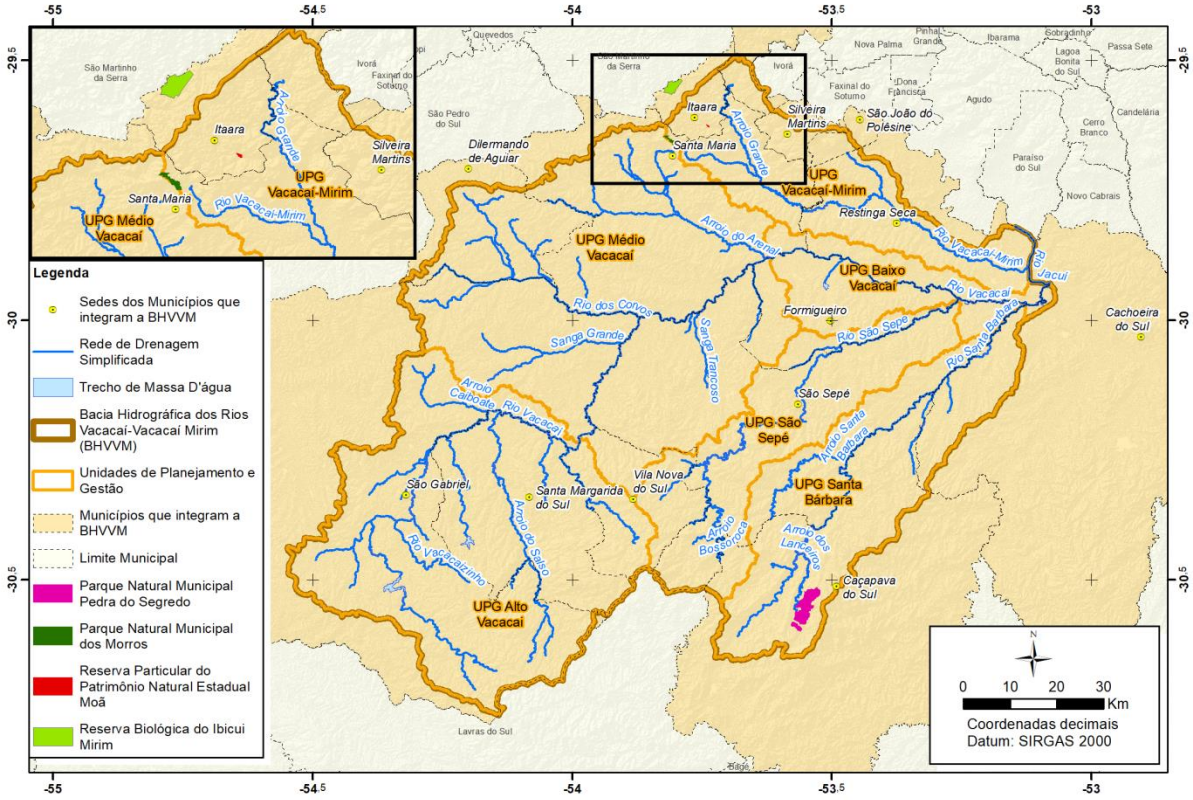


Figura 27: Unidades de conservação na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim

A fim de familiarizar a população da bacia com essas áreas, apresentamos a seguir uma breve descrição das Unidades de Conservação inseridas na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim:

- **Parque Natural Municipal da Pedra do Segredo**

O Parque Municipal da Pedra do Segredo foi instituído pela Lei Municipal N°1.055/99 e tem por finalidade: (a) resguardar os atributos excepcionais da natureza da região; (b) a proteção integral da flora, da fauna e demais recursos naturais, com utilização para objetivos educacionais, científicos, recreativos e turísticos; e (c) assegurar condições e bem-estar público[136]. Ele se localiza próximo ao Arroio dos Lanceiros, tributário do Rio Santa Bárbara, no município de Caçapava do Sul, distando cerca de 7 km da zona urbana.

O parque não está devidamente inserido tanto no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação quanto no SEUC-RS. Embora as obrigações legais de gestão e conservação da área persistam as mesmas, ao não solicitar formalmente seu cadastro no SEUC-RS a UC não tem direito a ser contemplada pelas políticas públicas ambientais e de incentivos

[136] CAÇAPAVA DO SUL. PREFEITURA MUNICIPAL DE CAÇAPAVA DO SUL. . Elaboração do Plano Ambiental Municipal de Caçapava do Sul - RS: Relatório Técnico. Caçapava do Sul, 2010. Disponível em: http://prefeitura.cacapava.net/arquivos/sec_planejamento/2019/Plano-Ambiental-Municipal.pdf. Acesso em: 21 jul. 2020.

fiscais, como ICMS Ecológico e Compensação Ambiental[137].

Conforme o Decreto Estadual nº 53.037/2016, compete aos órgãos executores municipais e entidades particulares o dever de requerer ao órgão coordenador do SEUC-RS a inclusão da UC sob sua responsabilidade administrativa no Cadastro Estadual de Unidades de Conservação.

O Projeto RS Biodiversidade levanta a preocupação de que UC existente possui um tamanho relativamente pequeno para contemplar a proteção de toda a paisagem presente na área e talvez uma ampliação dessa UC seja uma alternativa ou ainda garantir que na elaboração do Plano de Manejo (que também é obrigação legal para a gestão da UC) haja a definição e delimitação de uma ZA que abranja e garanta a proteção dos atributos naturais e da beleza paisagística da área é outra opção viável para a conservação da região da Pedra do Segredo[137,138].

- ***Parque Natural Municipal dos Morros***

O Parque Natural Municipal dos Morros é uma UC de Proteção Integral, categoria Parque Natural Municipal, criada a partir do Decreto Executivo nº 74, de 6 de setembro de 2016[139]. O Parque está localizado em uma zona de transição geomorfológica e fitoecológica, onde ao norte do município de Santa Maria temos o relevo característico do Planalto cobertos pela vegetação típica do Bioma Mata Atlântica, e ao sul, o relevo típico da depressão central cobertos pelas formações campestres e florestas de galeria características do Bioma Pampa.

Essa região de transição proporciona interpenetração da fauna e flora desses Biomas, resultando em uma rica biodiversidade local. Além disso, o Parque dos Morros, bem como seu entorno imediato, estão inseridos no Corredor Ecológico da Quarta Colônia e na Zona Núcleo da RBMA, se configurando como uma das áreas prioritárias para a conservação do Bioma Mata Atlântica no Rio Grande do Sul[140].

O Parque dos Morros encontra-se na zona limítrofe das UPGs Vacacaí-Mirim e Médio Vacacaí. Parte da área do Parque é drenada para o Arroio Cadena, na UGP Médio Vacacaí; enquanto que a outra parte é drenada no Rio Vacacaí-Mirim, na sua respectiva UPG.

- **Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual Mo'ã**

Localizada no município de Itaara, a RPPN visa subsidiar a conservação dos atributos ambientais deste fragmento preservado do Bioma Mata Atlântica na região central do estado do Rio Grande do Sul. Criada pela portaria SEMA-RS nº 80 de 15 de junho de 2015, a

[137] SLOMP, Daniel Vilasboas. Consulta de informações sobre Unidades de Conservação. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <raiza-schuster@sema.rs.gov.br>. em: 22 jul. 2020.
[138] RIO GRANDE DO SUL. SECRETARIA DO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA. . Avaliação Ecológica Rápida Pedra do Segredo. Porto Alegre, 2014. Disponível em: https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201708/23150550-aer-rsbio-pedra-segredo.pdf. Acesso em: 22 jul. 2020.
[139] SANTA MARIA. PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. . Parque Natural Municipal dos Morros. Disponível em: http://www.santamaria.rs.gov.br/ambiental/552-parque-natural-municipal-dos-morros. Acesso em: 22 jul. 2020.
[140] SANTA MARIA. PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. . Resumo Executivo do Plano de Manejo do Parque dos Morros. Santa Maria, 2012. Disponível em: https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201802/20143705-plano-de-manejo-do-parque-dos-morros.pdf. Acesso em: 21 jul. 2020.

propriedade pertencente à Fundação Mo'ã compreende uma área de 24 ha situados na porção sudeste do município, região que apresenta uso do solo predominantemente rural, com elevada taxa de conservação da vegetação original, considerando relevante a adoção de medidas de conservação dos recursos naturais[141].

A área da RPPN é drenada pela sub-bacia do Arroio Manuel Alvez[141], afluente do Rio Vacacaí-Mirim.

> *Comunidades indígenas, quilombolas e assentamentos*

As comunidades tradicionais indígenas, quilombolas e assentamentos foram mapeadas dentro da bacia, conforme a Figura 28. Na sequencia, estão identificadas as localidades mapeadas, bem como apresentado descritivo de cada uma.

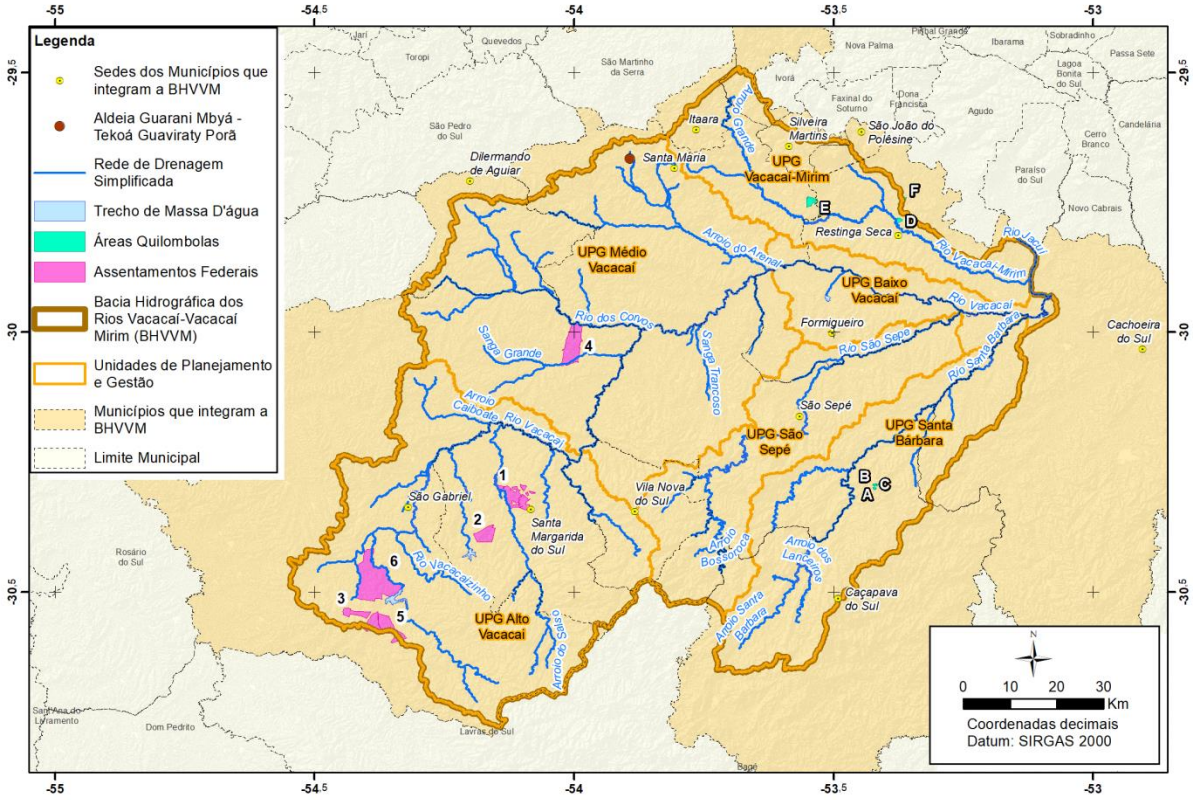


Figura 28: Representação geográfica das Terras Indígenas, Quilombolas e Assentamentos de Reforma Agrária na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim (os números e letras identificados estão descritos no texto)

[141] KORMANN, Tanice Cristina; FOLETO, Eliane Maria. Implantação de Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN no município de Itaara - RS - Brasil. Itaara, 2021. Disponível em: https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201704/17170909-implantacao-de-reserva-particular-do-patrimonio-natural-rppn-no.pdf. Acesso em: 21 jul. 2020.

- **Comunidades Indígenas**

Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, em seu artigo 4º, inciso II, alínea e, as águas para a proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas devem ter qualidade equivalente à Classe 1. No que tange às Terras Indígenas (TIs), foi efetuada pesquisa junto a FUNAI e ao Instituto Socioambiental (ISA), não tendo sido localizada Terra Indígena (TI) na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim.

Entretanto, consultando antigos bancos de dados da FEPAM, foi localizada referência à Aldeia Arenal, no município de Santa Maria. Em pesquisa junto a documentos do Ministério Público Federal (MPF), foi localizada referência à comunidade e posteriormente identificada a aldeia Tekoa Guaviraty Porã. Suas características podem ser observadas no Quadro 21 e sua localização está apontada na Figura 28.

Quadro 21: Terras indígenas na bacia

TI	Etnia	UF	Município	Fase do procedimento	Modalidade	Área (ha)	Área dentro da bacia (%)
Tekoá Guaviraty Porã	Guarani Mbya	RS	Santa Maria	Reivindicada	Reserva Indígena	77	100

Composta por cerca de 8 famílias da etnia Mbya-Guarani, a aldeia foi assentada em junho de 2012 no distrito industrial de Santa Maria. A comunidade indígena esteve acampada às margens da BR 392, entre os quilômetros 339 e 340, localidade de Arenal por cerca de 30 anos e, devido uma antecipação de tutela a uma ação do MPF, a Justiça Federal de Santa Maria determinou a imediata emissão de posse para a comunidade indígena do acampamento Mibyá Guarani, possibilitando que eles ocupem uma área de 77 hectares de propriedade do Estado do Rio Grande do Sul.

A instalação dos Guaranis na área, contudo, é provisória. Os indígenas aguardam, na verdade, a formação de um grupo de trabalho (GT) da FUNAI que estudará as questões necessárias para a instalação dos indígenas em área definitiva, já escolhida pela comunidade, próxima ao Rio Ibicuí. No local seria criada a Reserva Biológica do Ibicuí, com área total de 500 ha. Por este motivo, a comunidade ainda não consta oficialmente no banco de dados on-line da FUNAI.

- **Áreas quilombolas**

Em continuidade à identificação de áreas de interesse especial na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim, foram identificadas as áreas quilombolas nos municípios da bacia junto ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), relacionadas no Quadro 22 e a localização das comunidades inseridas dentro da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim pode ser visualizada na Figura 28.

Quadro 22: Comunidades quilombolas identificadas nos municípios da bacia[142]

[142] BRASIL. INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. . Relação de processos de regularização

Comunidade	Município	Nº Processo	Localização*
Picada das Vassouras	Caçapava do Sul	54220.001738/2007-11	Dentro da bacia (A, B e C)
Rincão dos Martimianos	Restinga Seca	54220.000258/2005-63	Dentro da bacia (D)
Recanto dos Evangélicos e Arnesto Pena	Santa Maria	54220.001228/2006-55	Dentro da bacia (E)
São Miguel	Restinga Seca	54220.000257/2005-19	No limite da bacia (F)
Cambara	Cachoeira do Sul	54220.001249/2006-71	Fora da bacia
Fundos do Formigueiro	São Sepé	54220.001963/2013-98	Não localizada
Faxinhal	Caçapava do Sul	54220.003036/2013-11	Não localizada
Rincão Bonito/ Seivalzinho	Caçapava do Sul	54220.003037/2013-57	Não localizada
Von Bock	São Gabriel	54220.002860/2013-45	Não localizada

** As letras indicam a localização no mapa da Figura 28*

- **Assentamentos de Reforma Agrária**

Apesar dos assentamentos de Reforma Agrária não possuírem relação com enquadramento, tratam-se de áreas de interesse para a gestão de recursos hídricos, pois as comunidades normalmente são formadas em torno de um manancial hídrico, muitas vezes uma barragem coletiva e sistemas de canais para distribuição de água para a produção agrícola, bem como sistemas próprios de distribuição de água potável através de poços individuais/coletivos, ou mesmo ausência destas estruturas, tendo sua população abastecida por meios precários, como cacimbas e cisternas, ficando suscetíveis aos eventos climáticos da região, necessitando inclusive de apoio da defesa civil em períodos de escassez.

Desta forma, após consulta no banco de dados do INCRA[143], relacionamos abaixo os assentamentos localizados na bacia, relacionados no Quadro 23 e identificados espacialmente na Figura 28.

Quadro 23: Assentamentos localizados na bacia

Nome	Município	Famílias assentadas	Data de Criação	Localização
PA Novo Horizonte Ii	Santa Margarida do Sul	87	05/12/2008	Dentro da Bacia (1)
PA Santa Verônica	Santa Margarida do Sul	34	12/06/2014	Dentro da Bacia (2)
PA União Pela Terra	São Gabriel	23	05/12/2008	Dentro da Bacia (3)
PA Madre Terra	São Gabriel	82	03/08/2009	Dentro da Bacia (4)
PA Itaguaçu	São Gabriel	98	11/12/2008	Dentro da Bacia (5)
PA Conquista Do Caiboaté	São Gabriel	221	11/12/2008	Dentro da Bacia (6)
PA Ramada	Júlio De Castilhos	84	26/05/1989	Fora da Bacia
PA Alvorada	Júlio De Castilhos	73	16/05/1996	Fora da Bacia
PA Santa Júlia	Júlio De Castilhos	61	19/10/1999	Fora da Bacia

abertos no Incra. Disponível em: http://www.incra.gov.br/media/docs/quilombolas/andamento_processos.pdf. Acesso em: 29 jul. 2020.

[143] BRASIL. INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. . Incra nos Estados - Informações gerais sobre os assentamentos da Reforma Agrária. Disponível em: http://painel.incra.gov.br/sistemas/index.php. Acesso em: 22 jul. 2020.

Nome	Município	Famílias assentadas	Data de Criação	Localização
PA Guajuviras	São Gabriel	50	19/09/1996	Fora da Bacia
PA Novo Rumo	São Gabriel	5	05/12/2008	Fora da Bacia
PA Cristo Rei	São Gabriel	70	16/03/2010	Fora da Bacia
PA Zambeze	São Gabriel	50	21/05/2009	Fora da Bacia
PE Nova Ramada II	Júlio De Castilhos	19	02/12/1999	Não localizada
PE Carlos Mariguela	Santa Maria	16	09/10/2000	Não localizada/Dentro da Bacia *
PE Carlos Marighella II[1]	Santa Maria	4	04/09/2015	Não localizada/Dentro da Bacia *

*Não verificada localização oficial, mas informada a localização aproximada por representantes do assentamento na Oficina para validação dos dados qualitativos

[1]Assentamento com problema de abastecimento, informado pelo Comitê Vacacaí-Vacacaí Mirim.

> ***Geoparques***

Os chamados Geoparques – ou Geoparques Globais da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) – diferente do que se pode assumir, não são unidades de conservação: não há um enquadramento legal em relação a eles, o que facilita o êxito do projeto mundialmente. Convencionados de forma a envolver toda comunidade, partes interessadas e autoridades do local escolhido, os geoparques habilitam esse núcleo social a fazer conexões com o intuito de promoção à geologia. Em termos geográficos, o geoparque deve ter uma área grade e bem limitada – precisando servir ao bem da economia local: girando a economia com turismo. Também os geoparques precisam incentivar a geoconservação, promover ensino acerca de geologia e questões ambientais, desenvolvimento sustentável e novas fontes de renda locais.

- **Projeto Geoparque Quarta Colônia (RS)**

O projeto Quarta Colônia[144] abrange localiza-se na região central do Estado do Rio Grande do Sul e compreende sete municípios: Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Ivorá, Restinga Seca, São João do Polêsine e Silveira Martins. Destes, os últimos três municípios fazem parte da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí - Vacacaí-Mirim (BHVVM). Considerando toda região do projeto, cerca de 61 mil habitantes, na sua maioria do meio rural residem na área onde busca-se implementar o geoparque.

O Projeto encontra-se no Parque Estadual da Quarta Colônia, que possui mais de 1.800 hectares como resultado de uma medida de contrapartida ambiental pela construção da Usina Hidrelétrica Dona Francisca - o terreno da Usina possui parte do bioma Mata Atlântica, tesouro natural e nacional. A chamada região Quarta Colônia é inclusive considerada como "Área Piloto RBMA". O geoparque possui um total de 20 geossítios cadastrados e descritos e 8 deles (Quadro 24) estão na região da BHVVM.

[144] Godoy, M. M.; Binotto, R. B.; Silva, R. C da.; Zerfass, H. 2012. "Geoparque Quarta Colônia (RS): proposta" Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17170 Acesso em: 26 de julho de 2021.

Quadro 24: Relação dos geossítios do Geoparque Quarta Colônia presentes na área da BHVVM[145] .

Nome do afloramento	Coordenadas (lat., long.)		Município	Descrição Sumária	Interesse
Predebon	-29,6410	-53,4470	São João do Polêsine	Afloramento fossilífero (corte de terreno) - Triássico Superior	Científico-Pedagógico
Estrada Vale Vêneto (troncos)	-29,6937	53,4967	Restinga Seca	Afloramento fossilífero (corte de estrada) - Triássico Superior	Científico-Turístico / Recreativo-Pedagógico- Histórico / Cultural
Piche	-29,6537	-53,2944	São João do Polêsine	Afloramento fossilífero (corte de estrada) - Triássico Superior	Científico-Pedagógico
Buriol	-29,6601	-53,4372	Restinga Seca	Afloramento fossilífero (açudes) - Triássico Médio	Científico-Pedagógico
Pedreira Quadrada	-29,6671	-53,4721	São João do Polêsine	Pedreira - Cretáceo	Turístico / Recreativo-Científico-Pedagógico
Buraco Fundo	-29,8660	-53,3808	Restinga Seca	Ravinas - Triássico Médio	Científico-Turístico / Recreativo-Histórico / Cultural-Pedagógico
Ponte de Ferro	-29,5829	-53,4647	São João do Polêsine	Margem de rio - Triássico Superior	Turístico / Recreativo-Científico-Pedagógico
Fazenda dos Meios	-29,8086	-53,4796	Restinga Seca	Afloramento fossilífero (corte de terreno) - Triássico Inferior	Científico-Turístico / Recreativo-Pedagógico

[145] Extraído e modificado de Godoy, M. M.; Binotto, R. B.; Silva, R. C da.; Zerfass, H. 2012. "Geoparque Quarta Colônia (RS): proposta".

A geodiversidade da área favorece a fisiografia e a construção de uma geomorfologia diversificada, que contribui de forma positiva para compor a graça da paisagem, que é composta pela Escarpa da Serra Geral as coxilhas estruturadas sobre litologias sedimentares da Bacia do Paraná, na Depressão Periférica em conjunto com as coberturas da era Cenozóica e campos atrelados ao Bioma Pampa. Quanto à parte morfoestrutural, a região abrange a chamada Depressão do Rio Jacuí e Planalto das Araucárias[146].

O grande potencial da região do projeto, contudo, recai sobre suas características favoráveis ao geoturismo e ao grande valor geocientífico, com a presença de fósseis (Figura 29) de origem animal e vegetal e a marcação de um importante evento geológico. Quanto aos fósseis, são datados do período Triássico, abrangendo 62 milhões de anos de história (251 Ma - 199 Ma). Tal período é caracterizado por ter grande quantidade de novos grupos de organismos terrestres surgindo, sendo importante para o entendimento da origem dos dinossauros e mamíferos, além da compreensão da evolução das coníferas. Já o importante evento geológico está marcado nas rochas do Cretáceo Inferior (145Ma) que se encontram na região do geoparque: a ruptura do supercontinente Gondwana. Além de marcarem o evento, elas ainda representam uma parcela de boas exposições geológicas, com afloramentos do chamado "deserto" Botucatu e vulcanismo Serra Geral (Figura 30).

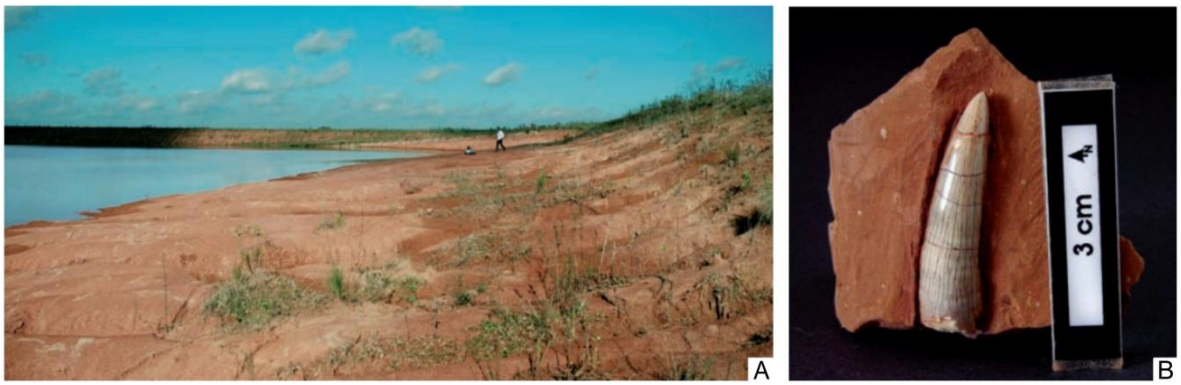


Figura 29: Geossítio Buriol[1]: A) Afloramento da Formação Santa Maria, contendo fósseis. B) Dente de fóssil.

[146] Zerfass, Henrique. 2007. "A new hypothesis on the position of the Greater Caucasus Terrane in the Late Palaeozoic-Early Mesozoic based on palaeontologic and lithologic data" *apud* Godoy, M. M.; Binotto, R. B.; Silva, R. C da.; Zerfass, H. 2012. "Geoparque Quarta Colônia (RS): proposta"



Figura 30: Geossítio Pedreira Quadrada[1]: A, B e C) Pedreira - Formação Serra Geral, sill de rochas vulcânicas em diversos ângulos e escalas.

O projeto possui um Centro de Apoio à Pesquisa Paleontológica (Cappa), cadastro de afloramentos no aplicativo GEOSSIT, desenvolvido pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e apoio das Universidades Federais de Santa Maria (UFSM) e do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Ainda, teve apoio da já extinta Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul.

- **Projeto Geoparque Guaritas - Minas do Camaquã**

O projeto Geoparque Guaritas[147] - Minas do Camaquã abrange uma área de 2.839 km² e compreende os municípios de Bagé, Lavras do Sul, Santana da Boa Vista e Caçapava do Sul, com esse último estando na região da BHVVM. Com um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) abaixo do IDH do Estado do Rio Grande do Sul, a instituição do geoparque pode favorecer a economia dos municípios abrangidos no comércio através da promoção do turismo.

O acesso à região do geoparque pode ser feito tanto pelas rodovias: BR-153, BR-290, BR-392, RS-357, RS-625. Dentro da chamada área de influência do projeto encontram-se duas unidades de conservação (UC). A primeira é o Parque Estadual do Podocarpus, criado em 1975, com uma área de mais de 3.600 hectares e localizado na chamada Serra do Sudeste e tem como principal objetivo preservar a espécie de pinheiro Podocarpus lambertii[148]. A outra UC da região é o Parque Municipal da Pedra do Segredo, criado em 1999, próximo a Caçapava do Sul e sua principal função é a preservação de fauna e flora do geossítio - e seu entorno - Pedra do Segredo (Figura 31).

[147] PEIXOTO, Carlos Augusto Brasil. 2017. "Geoparque Guaritas - Minas do Camaquã: proposta. Estado do Rio Grande do Sul Disponível em https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/18302. Acesso em 27/07/2021.
[148] SEMA – RS, 2016 *apud* Peixoto, 2017.

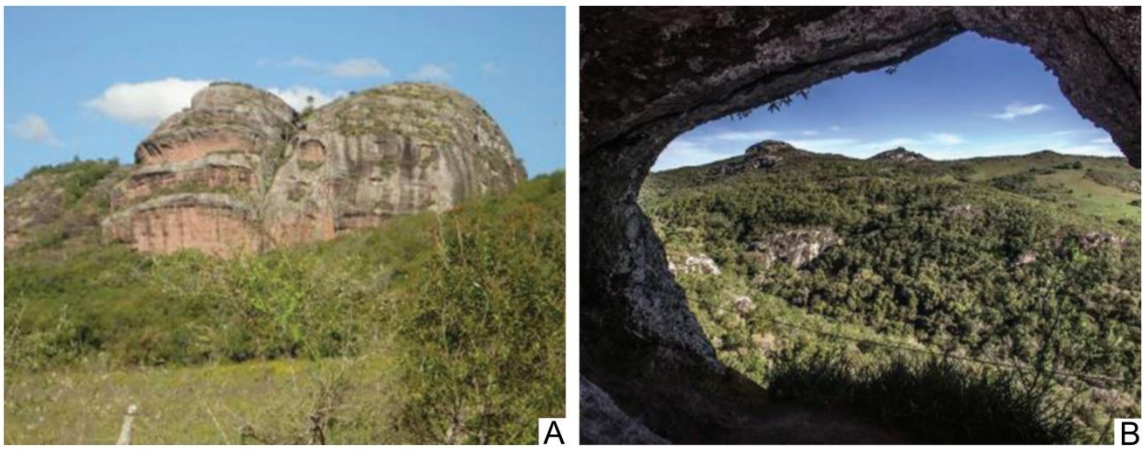


Figura 31: Geossítio Pedra do Segredo[149]: A) Vista da face oeste da Pedra do Segredo. B) Caverna Percival Antunes.

Mesmo com essas duas UC na região, a área de maior interesse do projeto está nas Minas do Camaquã (desativadas desde 1996) e seu entorno (Figura 32). As Minas além de serem sítio geológico e mineiro de grande importância, também são registros de marco histórico na mineração de cobre do país no século passado - As Minas do Camaquã serão preservadas e futuramente até mesmo utilizadas para atividades desde turísticas a educacionais. Ainda, em seu entorno há geoformas de vasta beleza chamadas de Guaritas do Camaquã.



Figura 32: Geossítio Minas do Camaquã - Cava Uruguai[150]. Cava gerada pela extração. Fotografia: Anderson Fetter/Agência RBS. Retirado de Peixoto (2017).

[149] Fotografias: Carlos Peixoto, 2014. Retirado de PEIXOTO, Carlos Augusto Brasil. 2017. "Geoparque Guaritas - Minas do Camaquã: proposta.

Geomorfologicamente o parque está na região do Planalto Uruguaio Sul-Riograndense, com coxilhas e altitudes de até 440 metros. Estando no chamado Escudo Sul-Riograndese. A geologia da região é muito variada (como discutida no item 2.4), composta por litologias ígneas, metamórficas e sedimentares - desde o Pré-Cambriano (4600 Ma - 541 Ma) ao Ordoviciano (485,4 Ma - 419,2 Ma) - e os processos geológicos envolvidos nessa época contribuíram para a construção do relevo presente. O geoparque Guaritas-Minas do Camaquã está integralmente imerso no bioma pampa, que possui variada biodiversidade e favorecimento de atividades pecuárias (essa gera desde lendas e costumes que também podem ser explorados de forma turística).

O geoparque está inserido em três bacias hidrográficas: além da BHVVM, a do Baixo Jacuí, sendo essas duas da região hidrográfica Guaíba, estando elas na área norte do geoparque. E a Bacia do Camaquã - região hidrográfica do Litoral - na área sul. O rio mais importante que drena a região do projeto é o Camaquã.

Toda a região do projeto Geoparque Guaritas - Minas do Camaquã possui diversos geossítios: um total de 30, sendo 24 dentro da área da BHVVM (Quadro 25), distribuídos em áreas mineradas, cachoeiras, cascatas, tocas, grutas, morros testemunhos e afloramentos rochosos. Todos os 30 foram cadastrados e quantificados com mesmo aplicativo utilizado na proposta do projeto Quarta da Colônia - aplicativo de nível nacional. A proposta sugere que a sede do projeto seja na UNIPAMPA - campus Caçapava do Sul e busque auxílio e parceria de pesquisadores na UFSM e apoio das secretarias de turismo, associações comerciais e rurais das cidades abrangidas.

[150] Fotografia: Anderson Fetter/Agência RBS. Retirado de PEIXOTO, Carlos Augusto Brasil. 2017. "Geoparque Guaritas - Minas do Camaquã: proposta.

Quadro 25: Relação dos geossítios do Geoparque Guaritas - Minas do Camaquã presentes na área da BHVVM[151].

Nome do Geossítio	Coordenadas (lat., long.)		Município	Descrição Sumária	Interesse
Pedras das Guaritas	-30,8350	-53,5029	Caçapava do Sul	Morro-testemunho	Geomorfológico/Estratigráfico/Sedimentológico/Ecológico/Histórico e Cultural/ Científico/Educativo/Turístico (Recreativo)
Cerro da Angélica	-30,6185	-53,3899	Caçapava do Sul	Morro/Cerro	Geomorfológico/Ecológico/Turístico (Recreativo)
Pedra do Segredo	-30,5351	-53,5555	Caçapava do Sul	Caverna/Morro-testemunho	Espeleológico/Estratigráfico/Geomorfológico/Ecológico/Histórico e Cultural/ Científico/Turístico (Recreativo)
Pedra do Leão	-30,5464	-53,5492	Caçapava do Sul	Morro-testemunho	Estratigráfico/Geomorfológico/Sedimentológico Ecológico/Histórico e Cultural/ Científico/Turístico (Recreativo)
Cerro do Bugio	-30,4763	-53,6031	Caçapava do Sul	Morros	Geomorfológico/Petrológico/Ecológico/Científico/Turístico (Recreativo)
Cerro do Perau	-30,4715	-53,5902	Caçapava do Sul	Morros	Geomorfológico/Petrológico/Ecológico/Científico/Turístico (Recreativo)
Capão das Galinhas	-30,6172	-53,5350	Caçapava do Sul	Morro-testemunho	Geomorfológico/Ecológico/Científico/Educativo/Turístico (Recreativo)
Pedra do Engenho	-30,8969	-53,4256	Caçapava do Sul	Morro-testemunho	Geomorfológico/Mineiro/Sedimentológico/Ecológico/Histórico e Cultural/Científico/Turístico(Recreativo)/Pedagógico
Cascata do Salso	-30,5675	-53,4473	Caçapava do Sul	Cachoeira	Geomorfológico/Mineiro/Sedimentológico/Ecológico/Histórico e Cultural/Científico/Turístico (Recreativo)
Toca das Carretas	-30,6110	-53,3526	Caçapava do Sul	Caverna	Espeleológico/Estratigráfico/Geomorfológico/Sedimentológico/Ecológico/ Histórico e Cultural/Turístico (Recreativo)/ Científico
Gruta da Varzinha	-30,7300	-53,3077	Caçapava do Sul	Caverna	Espeleológico/Estratigráfico/Geomorfológico/Sedimentológico/Ecológico/ Histórico e Cultural/Turístico (Recreativo)/ Científico
Caieiras Pedreiras de Calcário	-30,5379	-53,4111	Caçapava do Sul	Área de Mineração ativa	Geologia Econômica/Mineiro/Mineralógico/Turístico (Recreativo)/Científico/ Educativo
Minas do Camaquã - Cava Uruguai	-30,9093	-53,4498	Caçapava do Sul	Área de Mineração ativa	Geologia Econômica/Mineiro/Mineralógico/Ecológico/Histórico e Cultural/Turístico(Recreativo)/Científico/Educativo
Lava em Corda Arroio	-30,7796	-53,6547	Caçapava do Sul	Lavas em Corda -	Petrológico/Científico/Educativo/Turístico (Recreativo)/

[151] Retirado/modificado de Peixoto, 2017.

Nome do Geossítio	Coordenadas (lat., long.)		Município	Descrição Sumária	Interesse
Carajá				"Pahoehoe"	
Matacões Chácara do Forte	-30,5055	-53,5027	Caçapava do Sul	Campo de Matacões	Geomorfológico/Petrológico/Ecológico/Científico/Educativo/Turístico (Recreativo)
Cerro Colorado	-30,8118	-53,6562	Caçapava do Sul	Morros	Geomorfológico/Ecológico/Histórico e Cultural/Educativo/Turístico (Recreativo)
Mina do Andrade	-30,5215	-53,5326	Caçapava do Sul	Morro/Serra	Mineiro/Geomorfológico/Metalogenético/Histórico e Cultural/Científico/Educativo/Turístico (Recreativo)
Afloramento Granja Don Augusto	-30,6671	-53,6154	Caçapava do Sul	Morros	Geomorfológico/Valor estético/ Educativo/Turístico (Recreativo)
Campo de Matacões Capela Santo Antônio	-30,6046	-53,4276	Caçapava do Sul	Campo de Matacões	Geomorfológico/Expressão Cênica/Valor Estético/Educativo/Turístico (Recreativo)
Pedra Rincão da Guarda Velha	-30,6928	-53,3920	Caçapava do Sul	Morro-testemunho	Geomorfológico/Estratigráfico/Sedimentológico/Histórico e Cultural/Expressão Cênica/Valor Estético/Educativo/Turístico (Recreativo)
Rincão da Tigra	-30,8538	-53,6304	Caçapava do Sul	Morro/Serra Baixa	Geologia Econômica/Geomorfológico/ Metamórfico/Expressão Cênica/Científico/ Turístico (Recreativo)
Tocas Fazenda São João	-30,8037	-53,5765	Caçapava do Sul	Caverna	Espeleológico/Estratigráfico/Geomorfológico/Ecológico/Histórico e Cultural/ Educativo/Turístico (Recreativo)
Capão do Cedro	-30,7592	-53,4395	Caçapava do Sul	Morro-testemunho	Geomorfológico/Ecológico/Expressão Cênica/Valor Estético/Turístico (Recreativo)
Cascata do Pessegueiro	-30,4783	-53,5881	Caçapava do Sul	Cachoeira	Geomorfológico/Tectono-estrutural/ Ecológico/Valor Estético/ Científico/Educativo/ Turístico (Recreativo)

2.9 Eventos críticos

Existem eventos críticos de caráter hidrometeorológico que podem gerar diversos fenômenos e atingir muitos locais. Uma tempestade severa, por exemplo, pode gerar granizo, enxurradas e alagamentos em vários municípios. Cada um desses fenômenos e ocorrência em cada município é chamado aqui, e contabilizado como, um desastre natural, da mesma forma como é considerado no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC). O período analisado foi de 1985 a 2019.

Dessa forma, os desastres que mais impactam a BHVVM são estiagens, com aproximadamente 30% dos casos, seguidas de enxurradas, inundações, vendavais e granizo (Gráfico 8)[152]. Há ainda alagamentos urbanos, deslizamentos e tornados que representam juntos menos de 6% dos eventos. Foi observado uma média de 2,5 eventos hidrometeorólogicos por ano durante o período analisado, os quais podem gerar diversos dos desastres contabilizados e em mais de um município.

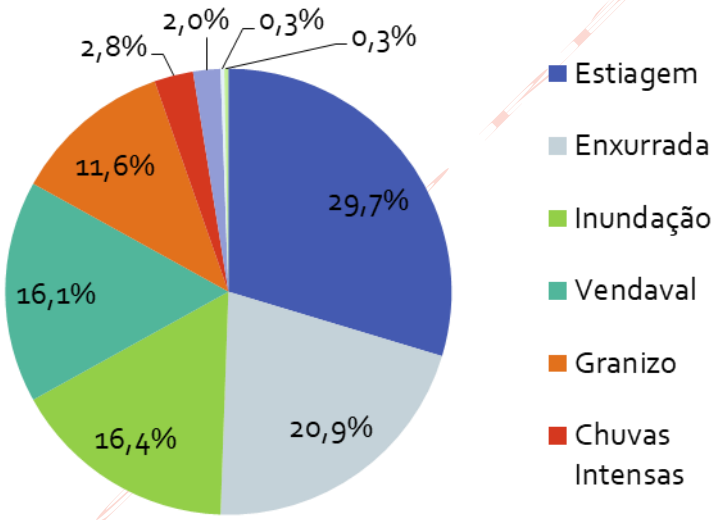


Gráfico 8: Ocorrência relativa de cada tipo de desastre na BHVVM

Os desastres contabilizados nas plataformas oficiais são registrados geralmente pelos municípios. Caso ele possa ser solucionado pelo governo local, ele fica classificado como Registro. Quando ocorre uma situação anormal e que requer auxílio do estado ou do governo federal para resposta, o desastre recebe reconhecimento legal pelo poder público federal, SEDEC, por meio de portaria. Com isso é classificado como Situação de Emergência (SE) ou Estado de Calamidade Pública (ECP), sendo este último considerado mais grave.

Em geral, aproximadamente 65% dos registros realizados são reconhecidos legalmente;

[152] BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. . Relatório Geral do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres. 2019;
BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. . Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto. SNIS, 2018;
RIO GRANDE DO SUL. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA. . Sistema Estadual de Gestão Integrada de Risco de Desastres, 2020.

60% como SE e 5,6% em ECP. Ressalta-se que ocorrem alguns desastres não registrados que atingem áreas restritas. Tornados por exemplo costumam atingir extensões pequenas em áreas rurais. Portanto, a quantidade total deve ser um pouco maior que a registrada.

No Quadro 26 pode-se observar os municípios mais atingidos por desastres, com destaque para Júlio de Castilhos, Cachoeira do Sul, São Gabriel, Caçapava do Sul, Restinga Seca e São Sepé. Contudo, todos apresentam significativa ocorrência. Os municípios de Cachoeira do Sul, São Gabriel e Restinga Seca se destacam também pela grande quantidade de desabrigados que costuma ocorrer em eventos hidrometeorológicos, como se observa no Quadro 27. O mesmo quadro apresenta informações sobre instituições atuantes na gestão de risco de desastres, mapeamento das áreas de risco, intervenções com potenciais de risco à montante e domicílios sujeitos a inundação.

As estiagens costumam atingir todos os municípios uniformemente. Já as enxurradas geralmente ocorrem nas áreas de relevo acidentado, nas bacias de cabeceiras, enquanto as inundações nos vales dos grandes rios. Pancadas de chuva que ocorrem de forma intensa e localizada podem gerar episódios de enxurradas nas bacias de cabeceiras, com potencial de erosão, especialmente onde há pouca vegetação ripária. Os sedimentos desta erosão, posteriormente, podem se acumular nos rios principais gerando assoreamento, o que intensifica o impacto de eventos hidrológicos.

Quadro 26: Quantidade e porcentagem em cada município relativa ao total de desastres na bacia

Município	Número de desastres registrados	Percentual na bacia
Júlio de Castilhos	39	11,0%
Cachoeira do Sul	35	9,9%
São Gabriel	34	9,6%
Caçapava do Sul	33	9,3%
Restinga Seca	33	9,3%
São Sepé	32	9,0%
Santa Maria	27	7,6%
Itaara	25	7,1%
Silveira Martins	23	6,5%
Formigueiro	20	5,6%
Vila Nova do Sul	16	4,5%
São João do Polêsine	14	4,0%
Dilermando de Aguiar	14	4,0%
Santa Margarida do Sul	9	2,5%
Total	**354**	**100,0%**

Quadro 27: Algumas informações do diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (DMAPU),a partir do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)

Município	Instituições atuantes na prevenção e resposta a desastres	Intervenções a montante com potencial de risco ou provocar interferência no sistema de DMAPU	Mapeamento de áreas de risco de inundação dos cursos d'água urbanos	Tempo de recorrência utilizado (anos)	Domicílios sujeitos à inundação	Desabrigados ou desalojados por eventos pluviométricos (5 anos)
Cachoeira do Sul	unid. CBM*; COMDEC*	barragens	100%	5	300	1146
Caçapava	unid. CBM; COMDEC	nenhuma intervenção ou situação	de 1% a 25%	2	50	21
Dilermando de Aguiar	COMDEC	nenhuma intervenção ou situação	sd	sd	17	0
Formigueiro	COMDEC	nenhuma intervenção ou situação	0%	sd	0	0
Itaara	COMDEC	barragens	100%	4	15	8
Júlio de Castilhos	NUDECs*	barragens; retificações de cursos d'água naturais; processo de ocupação urbana iniciado; áreas em processos de erosões severas	0%	sd	50	0
Restinga Seca	Unid. CBM; COMDEC	barragens	de 1% a 25%	sd	9	214
Santa Margarida do Sul	COMDEC	nenhuma intervenção ou situação	sd	sd	0	0
Santa Maria	unid. CBM; COMDEC; NUDECs; outra instituição	barragens; processo de ocupação urbana iniciado; áreas em processos de erosões severas; outra	de 76% a 99%	10	sd	0
São Gabriel	Unid. CBM; COMDEC	barragens	de 1% a 25%	10	375	702
São João do Polêsine	COMDEC	sd	sd	sd	30	0
São Sepé	unid. CBM; COMDEC	nenhuma intervenção ou situação	100%	4	72	31
Silveira Martins	COMDEC	barragens	sd	sd	20	8
Vila Nova do Sul	não há	nenhuma intervenção ou situação	sd	sd	0	0

CBM: Corpo de Bombeiros Militar; COMDEC: Coordenação Municipal da Defesa Civil; NUDEC: Núcleo Comunitário da Defesa Civil.

Em relação aos prejuízos econômicos, uma análise a partir de dados entre 2003 e 2008 mostra que os desastres foram responsáveis por mais de R$ 10,6 bilhões em prejuízos para todo o RS. Deste total, as estiagens foram responsáveis por impressionantes 86,02% dos prejuízo causados, ou seja, R$ 9,3 bilhões; apenas devido a este tipo de desastre. Em seguida, dentre os mais impactantes se tem granizo, responsável por 4,77%, inundação, 3,47%, e vendaval, 2,09%. Entretanto, cada tipo de desastre impacta diferentemente cada setor econômico (Gráfico 9). As estiagens, por exemplo, afetam mais fortemente a agropecuária. Alguns desastres mal aparecem no gráfico, pois tem contribuição muito pequena, menor que 1%.

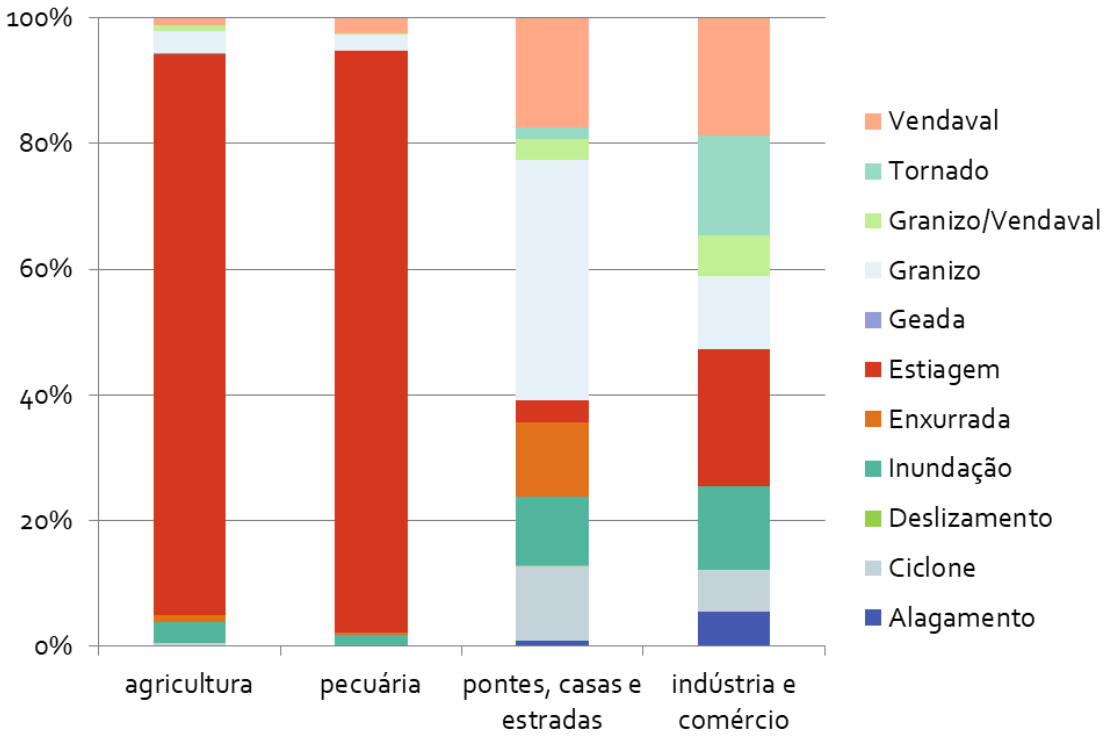


Gráfico 9: Prejuízo relativo, porcentagem, de cada tipo de desastre em cada setor econômico

Alguns eventos críticos foram históricos na BHVVM, devido aos seus altos impactos na população. As enxurradas e inundações de 1941, por exemplo, foram as mais fortes registradas no século passado. Os acumulados de precipitação passaram de 1000 mm em menos de 1 mês. Também merecem destaque[153]: as enxurradas do outono de 1992 e 1994 na região sul da bacia; as estiagens dos verões de 1985-1986, 2004-2005, 2011-2012 e 2019-2020[154]; granizos no verão de 1994 e primavera de 2009; inundações do outono de 1992 e primavera de 1993; vendavais do verão de 1994 e primavera de 2002; entre outros. A maioria dos quais provocaram o decreto de estado de calamidade pública em pelo menos um município.

[153] RIO GRANDE DO SUL. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA. . Sistema Estadual de Gestão Integrada de Risco de Desastres. 2017.;
BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. . Relatório Geral do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres. 2019.;

[154] Sala de Situação – SEMA/RS. Boletim Especial: Cheias e Inundações - Julho de 2020 SEMA. Disponível em: http://www.saladesituacao.rs.gov.br.

Uma questão de destaque na estiagem do verão 2019-2020 foi a que envolveu a barragem VAC4, localizada no município de São Gabriel. O objetivo desta barragem é a irrigação das lavouras de arroz na área de domínio da barragem e tem como responsável o consórcio Conságua. Entretanto, o município de São Gabriel solicitou que o uso da barragem para irrigação fosse suspenso e a água destinada apenas para abastecimento da população, enquanto que o nível do rio no trecho entre a barragem VAC4 e a cidade de São Gabriel estivesse em estado crítico. Com isso, foi publicada no Diário Oficial do Estado a Portaria da SEMA-RS n° 53, que estabelece a suspensão imediata das captações de água no rio Vacacaí. As captações foram autorizadas apenas para o abastecimento humano. Além disso, posteriormente, houve um acordo entre as partes mais a Defesa Civil para que a barragem VAC4 tenha um volume de espera para mitigar cheias na cidade de São Gabriel.

Para planos de resposta, o estado do RS conta com a Proposição da Arquitetura Estadual de Gestão Integrada de Riscos de Desastres, que é parte do Sistema Estadual de Gestão de Riscos de Desastres (SEGIRD). Segundo o EIRD[155], um sistema de alerta compreende necessariamente quatro elementos básicos:

- Eixo-Chave Conhecimento do Risco, que consiste em recolher sistematicamente dados e empreender avaliações do risco;
- Eixo-Chave Serviços de Monitoramento e Alerta, que consiste na supervisão contínua de parâmetros e precursores de perigos para gerar um alerta precoce;
- Eixo-Chave Disseminação e Comunicação, que consiste em comunicar informação de riscos e alertas precoces;
- Eixo-Chave Capacidade de Resposta, que consiste em construir capacidades de resposta nacionais e comunitárias.

Os planos de gestão e resposta a desastres devem envolver parcerias, compromissos, cooperação, intercâmbio de informações e participação de vários atores: comunidade local que pode ser afetada pelos desastres, governos locais, nacionais, instituições e organizações regionais e internacionais, setor privado e comunidade científica. Com isso, o conhecimento para desenvolver ferramentas, a realização de tarefas, os recursos, o compartilhamento de informações e a disseminação da informação em eventos críticos serão intensificados.

O Sistema Operacional do plano proposto pelo SEGIRD seria então coordenado por um Módulo de Gerenciamento do Sistema que integra os quatro Eixos-Chave, por meio de módulos operacionais:

- Conhecimento do Risco – Módulo de Coleta e Armazenamento, Módulo de Consulta e Análise e Módulo de Desenvolvimento;
- Monitoramento e Alerta – Módulo de Monitoramento e Sala de Situação;
- Comunicação e Disseminação – CODEC, Módulo de Comunicação; Módulo de Alarme e Módulo de Registro Manual de Incidente;
- Capacidade de Resposta – Módulo de Plano de Contingência, Módulo de Ações de Resposta, Módulo de Voluntariado e Módulo de Educação.

[155] EIRD. 2006. Guia de Trabalho para a Elaboração de Mapas de Risco Comunitário. Disponível em: http://www.eird.org Acesso em 28/07/2021

São propostas duas estratégias de implantação, uma mais completa com todos os módulos, e uma mais simplificada. Maiores detalhes podem ser conferidos nos documentos do SEGIRD e na Política Estadual de Gestão de Riscos de Desastres Naturais (PEGRD) do Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento do RS.

2.10 Segurança de barragens[156]

A Lei Federal 12.334/2010 instituiu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e identificou os atores envolvidos na sua implementação e aprimoramento. A temática da segurança de barragens, como determina o inciso I do Art. 4º da lei supracitada, "*deve ser considerada nas suas fases de planejamento, projeto, construção, primeiro enchimento e primeiro vertimento, operação, desativação e de usos futuros*". Além disso, segurança de barragens corresponde a toda e qualquer "*condição que visa manter a integridade operacional da barragem, bem como a preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente*". O Decreto Estadual nº 52.931/2016 reproduz para o Rio Grande do Sul os mesmos entendimentos.

Além disso, a PNSB define em âmbito nacional estas obras de engenharia como "qualquer estrutura em um curso permanente ou temporário de água para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas". Já o Decreto Estadual nº 52.931/2016 complementa a definição dada pela PNSB trazendo-a para a realidade das obras regularizadas pelo Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento (DRHS), sendo então elucidada como "qualquer estrutura artificial de terra, de alvenaria, de concreto simples ou de armado, localizada em um curso d'água superficial permanente ou intermitente, excluídos aqueles de características efêmeras, para fins de contenção ou acumulação de água, devendo ser constituído de mínimo maciço e vertedouro, podendo a sua área alagada atingir Área de Preservação Permanente (APP)".

Neste sentido, é apresentado na sequencia o diagnóstico da situação da BHVVM em relação às barragens classificadas segundo a PNSB. Para isso, ressaltar a importância dessas estruturas no desenvolvimento de atividades humanas, conhecer seus elementos básicos, compreender a PNSB, identificá-las segundo sua classificação de risco ou de Dano Potencial Associado (DPA) e caracterizar as barragens da BHVVM no âmbito da PNSB, são itens essenciais para se atingir ao objetivo proposto.

Em função da tragédia ocorrida em Brumadino, MG em janeiro de 2019, atendendo a moção nº 72/2019 do Ministério do Desenvolvimento Regional, o Estado do Rio Grande do Sul adotou medidas para a imediata fiscalização de barragens classificadas com "CRI alto" ou "DPA alto"[157], começando pela criação de um Grupo de Trabalho (GT) em Segurança de Barragens, instituído formalmente através da Portaria SEMA-RS 168/2019.

[156] Informações completas podem ser verificadas no Relatório Técnico de Segurança de Barragens, complementar ao Diagnóstico do PBH Vacacaí – Vacacaí-Mirim

[157] RIO GRANDE DO SUL. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA. . GT Segurança de Barragens – Relatório das Vistorias Nível I. Relatório realizado pela Divisão de Outorga, Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento (DIOUT-DRHS).

Dentre as ações de curto prazo do GT, implementou-se uma rotina de vistorias nas barragens outorgadas pelo DRHS segundo níveis de prioridade definidos por critérios técnicos estabelecidos pelo GT (Quadro 28). Além disso, esta ação abriga também outras barragens, cuja vistoria possa ser solicitada por outros órgãos.

Quadro 28: Critérios de classificação das barragens adotados no Estado do Rio Grande do Sul (incluindo a BHVVM) para fins de definição de prioridade de vistoria técnica

Critério (Altura e/ou Volume)	Nível	Nº Barragens
Altura ≥ 15 m E/OU Volume ≥ 7.000.000 m³	I	2
Altura ≥ 10 E < 15 m E/OU Volume ≥ 5.000.000 e < 7.000.000 m³	II	5
Altura ≥ 5 E < 10 m E/OU Volume ≥ 3.000.000 e < 5.000.000 m³	III	44
Total (I, II, III)	-	51
Outras barragens (Altura < 5 m E/OU Volume < 3.000.000 m³)	-	30

No âmbito da BHVVM 280 barragens e açudes encontram-se regularizados junto à Divisão de Outorga (DIOUT) do DRHS. Destes, apenas 81 barragens submetem-se à PNSB, cujas informações em relação às alturas e volumes estão resumidas no Quadro 29. A finalidade de uso preponderante é irrigação (271), seguida por abastecimento público (5), industrial (3) e dessedentação animal (1).

Quadro 29: Distribuição das alturas e volumes das barragens que se enquadram na PNSB no âmbito da BHVVM

Altura (m)	Quantidade	%	Volume (m³) x 1000	Quantidade	%
0 - 5	31	38,3	Até 500	53	63
5 - 7	24	29,6	500 - 1000	11	13,6
7 - 10	19	23,5	1000 - 3000	9	11,12
10 – 15	5	6,2	3000 – 10.000	6	7,4
> 15	2	2,5	> 10.000	2	2,5

Depois de classificadas segundo os critérios elencados no Quadro 28, que priorizam as ações de fiscalização na BHVVM, o cenário das barragens enquadradas na PNSB pode ser observado no mapa da Figura 33. A partir dele, verifica-se que estas barragens estão distribuídas nas áreas de menor altitude na bacia, que coincide com as zonas produtoras de arroz, em conformidade com o uso preponderante da água para irrigação.

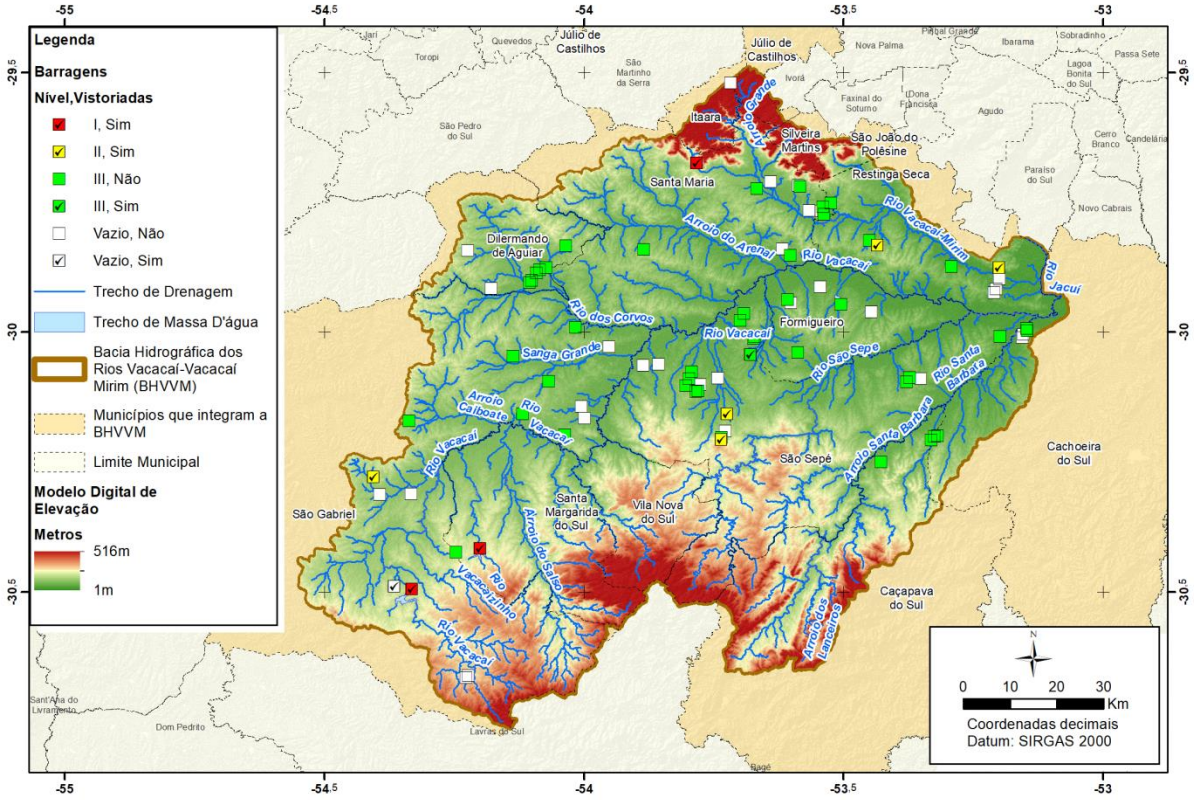


Figura 33: Espacialização das barragens classificadas conforme os níveis de prioridade na BHVVM

Ao todo foram fiscalizadas 10 barragens na BHVVM em 2019, cuja avaliação dessas estruturas possibilitaram identificar o estado geral de conservação e da manutenção da segurança das barragens assistidas ao longo daquele ano. Mesmo não sendo um número expressivo, as informações coletadas durante as campanhas de fiscalização constituem dados primários e, portanto, são importantes para uma compreensão geral acerca da manutenção das barragens na BHVVM sob o ponto de vista da segurança da obra.

A identificação de anomalias nas partes constituintes de uma barragem foi feita seguindo os critérios recomendados para realização de inspeções visuais pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Os problemas associados às barragens vistoriadas são identificados nos taludes de montante e jusante, crista, estruturas extravasoras, região a jusante e área do reservatório. Todas as anomalias observadas são classificadas em função de sua magnitude a fim de proporcionar objetividade na caracterização do cenário de manutenção da segurança das barragens gaúchas (SEMA-RS, 2019). A magnitude das anomalias é categorizada em quatro grupos segundo o grau de complexidade que envolve a eliminação ou o acompanhamento do problema. Neste sentido, o Quadro 30 e o Quadro 31 apresentam o resumo das anomalias identificadas durante as campanhas de fiscalização.

Quadro 30: Categorização das anomalias em magnitudes segundo complexidade do problema

Magnitude	Descrição
I	Insignificante: Anomalia de pequena dimensão, sem aparente evolução. Anomalia que pode simplesmente ser mantida sob observação pela equipe local da barragem.
P	Pequena: Anomalia de pequena dimensão, mas com possível evolução ao longo do tempo. Anomalia que pode ser resolvida pela própria equipe local da barragem.
M	Média: Anomalia de média dimensão, sem aparente evolução. Anomalia que pode ser resolvida pela equipe local da barragem com apoio da equipe sede do empreendedor ou apoio externo.
G	Grande: Anomalia de média dimensão, mas com evidente evolução, ou anomalia de grande dimensão. Anomalia que só pode ser resolvida com apoio da equipe da sede do empreendedor ou apoio externo

Quadro 31: Resumo das barragens vistoriadas pela DIOUT e Fiscalização em 2019

Barragem	Coordenadas (Lat/Long)	Anomalias					
		Vegetação	Erosão	Afundamentos e Buracos	Formigueiro	Falha no Enrocamento	Erosão nas ombreiras
VM01	-30,4942/ -54,33167	Talude de montante e de jusante	Não possui	Não possui	Talude de montante e de jusante; Crista	Não possui	Não possui
VM02	-30,4167/ -54,2003	Talude de montante e de jusante	Não possui	Não possui	Talude de jusante,	Não possui	Não possui
E003	-29,6745/ -53,7833	Talude de montante e de jusante	Talude de montante e de jusante; Vertedouro	Crista	Talude de montante e de jusante	Não possui	Talude de montante
VM03	-30,2783/ -54,4053	Talude de montante e de jusante; Vertedouro	Talude de jusante	Não possui	Talude de montante e de jusante; Crista	Talude de montante	Talude de montante
VM04	-30,2067/ -53,7353	Talude de montante e de jusante; Vertedouro	Talude de montante e de jusante; Vertedouro	Não possui	Não possui	Talude de montante	Talude de montante
VM05	-30,1578/ -53,7244	Talude de montante e de jusante; Crista	Talude de montante e de jusante	Não possui	Talude de montante e de jusante	Talude de montante	Não possui
VM06	-29,8325/ -53,4342	Não possui	Talude de jusante	Não possui	Talude de montante e de jusante; Crista	Não possui	Talude de montante
VM07	-29,8761/ -53,2006	Talude de jusante; Crista	Talude de jusante; Crista	Crista	Não possui	Não possui	Talude de montante
VM08	-30,0434/ -53,6789	Talude de jusante	Talude de montante e de jusante	Não possui	Talude de montante e de jusante; Crista	Talude de montante	Talude de montante
VM15	-29,8761/ -53,2006	Talude de jusante	Vertedouro	Crista	Não possui	Talude de montante	Talude de montante

2.11 Demografia

Para estimar a população atual da bacia foram utilizados a estimativa populacional do IBGE para 2019[158] e dados populacionais por setor censitário do Censo 2010[159]. O setor censitário é a menor unidade territorial para a qual são apresentados dados dos censos demográficos realizados pelo IBGE. Através de ferramentas computacionais é possível estimar de cada setor censitário em 2019, e assim, estimar a população dos municípios, de seus distritos, da bacia hidrográfica e para cada UPG em 2019. Esta estimativa parte do pressuposto que o crescimento populacional do município de 2010 a 2019 foi proporcionalmente igual em todos os setores censitários de cada município.

O Quadro 32 mostra a população dos municípios que compõe a Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim estimada em 2019 distribuída nos seus distritos, conforme classificação IBGE.

Quadro 32: População dos municípios da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim e seus distritos estimada para o ano de 2019

Município	População do município			Distrito	População do distrito		
	Total	Urbana	Rural		Total	Urbana	Rural
Caçapava do Sul	33.624	25.360	8.264	Sede	28.771	24.933	3.837
				Bom Jardim	815	5	810
				Carajá Seival	426	-	426
				Cerro do Martins	1.417	371	1.046
				Forninho	1.646	44	1.602
				Santa Bárbara	549	7	542
Cachoeira do Sul	82.201	70.309	11.892	Sede	69.324	69.324	-
				Barro Vermelho	2.034	83	1.950
				Bosque	1.881	80	1.800
				Capané	1.464	38	1.426
				Cordilheira	3.087	321	2.766
				Ferreira	2.090	167	1.923
				Três Vendas	2.322	296	2.026
Dilermando de Aguiar	3.014	975	2.039	Sede	3.014	975	2.039
Formigueiro	6.664	2.631	4.033	Sede	6.664	2.631	4.033
Itaara	5.499	4.355	1.144	Sede	5.499	4.355	1.144
Júlio de Castilhos	19.293	15.871	3.422	Sede	17.688	15.230	2.458
				São João dos Mellos	512	54	458
				Três Mártires	1.093	586	506
Restinga Sêca	15.789	8.948	6.841	Sede	15.789	8.948	6.841
Santa Margarida do Sul	2.562	601	1.961	Sede	1.562	589	973
				Bolso	413	12	401
				Cambaizinho	146	-	146
				Canas	278	-	278
				Serrinha	163	-	163

[158] BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. . Estimativas da população. 2019. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads. Acesso em: 19 maio 2020.

[159] BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. . Censo Demográfico 2010. 2010. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=downloads. Acesso em: 17 maio 2020.

Município	População do município			Distrito	População do distrito		
	Total	Urbana	Rural		Total	Urbana	Rural
Santa Maria	282.123	268.414	13.709	Sede	266.380	266.380	-
				Arroio do Só	1.020	312	708
				Arroio Grande	2.920	355	2.566
				Boca do Monte	3.179	1.103	2.075
				Pains	4.481	37	4.444
				Palma	925	-	925
				Passo do Verde	574	5	569
				Santa Flora	1.161	189	972
				Santo Antão	872	17	855
				São Valentim	611	15	596
São Gabriel	62.105	55.270	6.835	Sede	53.108	53.108	-
				Azevedo Sodré	674	22	653
				Batovi	1.187	-	1.187
				Catuçaba	2.661	-	2.661
				Cerro do Ouro	411	-	411
				Suspiro	358	6	352
				Tiaraju	1.651	918	733
				Vacacaí	2.056	1.217	839
São João do Polêsine	2.552	1.311	1.241	Sede	2.065	1.153	911
				Recanto Maestro	52	22	30
				Vale Vêneto	435	136	299
São Sepé	23.621	18.681	4.940	Sede	18.984	17.976	1.007
				Cerrito do Ouro	1.292	23	1.269
				Jazidas	1.380	64	1.316
				Tupanci	1.020	11	1.009
				Vila Block	945	607	337
Silveira Martins	2.384	1.062	1.322	Sede	2.384	1.062	1.322
Vila Nova do Sul	4.280	2.225	2.055	Sede	4.280	2.225	2.055

O Quadro 33 apresenta a população total de cada município que compõe a Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim, bem como a população de cada município que está inserida nos limites da bacia. A população da BHVVM estimada para 2019 é de 413.660 habitantes.

Quadro 33: População dos municípios inserida na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim estimada para o ano de 2019

Município	População do município inserida na bacia		
	Total	Urbana	Rural
Caçapava do Sul	13.136	9.850	3.287
Cachoeira do Sul	604	42	562
Dilermando de Aguiar	1.627	-	1.627
Formigueiro	6.664	2.631	4.033
Itaara	4.881	4.183	698
Júlio de Castilhos	400	112	287
Restinga Sêca	12.789	8.948	3.841
Santa Margarida do Sul	2.562	601	1.960
Santa Maria	280.698	268.320	12.378

Município	População do município inserida na bacia		
	Total	Urbana	Rural
São Gabriel	59.774	55.030	4.744
São João do Polêsine	734	158	576
São Sepé	23.620	18.681	4.939
Silveira Martins	1.893	1.062	831
Vila Nova do Sul	4.279	2.225	2.055
Total	413.660	371.842	41.818

O Quadro 33 também apresenta a divisão da população da bacia em urbana e rural, permitindo verificar que 90% da população da bacia vive em áreas urbanas, e apenas 10% em áreas rurais. Com relação à população urbana, seguem em evidência os municípios de Santa Maria, São Gabriel e São Sepé. Considerando a população rural, ganham destaque também os municípios de Formigueiro, Santa Margarida do Sul e Caçapava do Sul. Destaca-se que os municípios de Cachoeira do Sul, Dilermando de Aguiar, Júlio de Castilhos e São João do Polêsine possuem populações urbanas na bacia bastante reduzidas.

A seguir, na Figura 34, esta indicada a densidade populacional conforme os Setores Censitários dos municípios contidos na bacia hidrográfica.

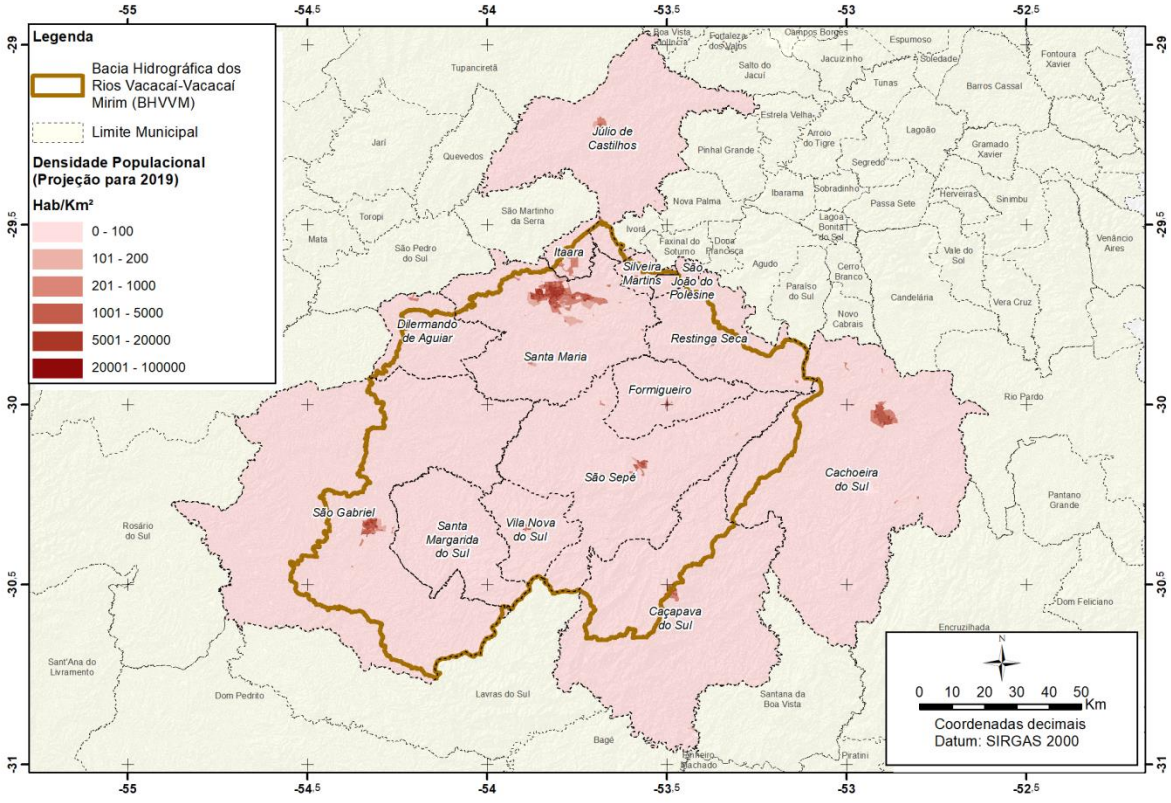


Figura 34: Densidade populacional na BHVVM

O Gráfico 10 apresenta a distribuição da população da bacia nos municípios que o compõem, evidenciando que os municípios de Santa Maria, São Gabriel e São Sepé são os

mais representativos em termos de população na bacia, correspondendo a 68, 14 e 6% da população total, respectivamente. Estes percentuais somados equivalem a 88% da população da bacia. Por outro lado, percebe-se que Cachoeira do Sul e Júlio de Castilhos possuem porcentagens muito pequenas de sua população dentro da bacia, 1 e 2%, respectivamente. Os demais municípios possuem porcentagens maiores e até mesmo 100% de sua população inseridas na bacia; entretanto, como possuem pequenos quantitativos populacionais, tornam-se pouco representativos dentro do total da população da bacia.

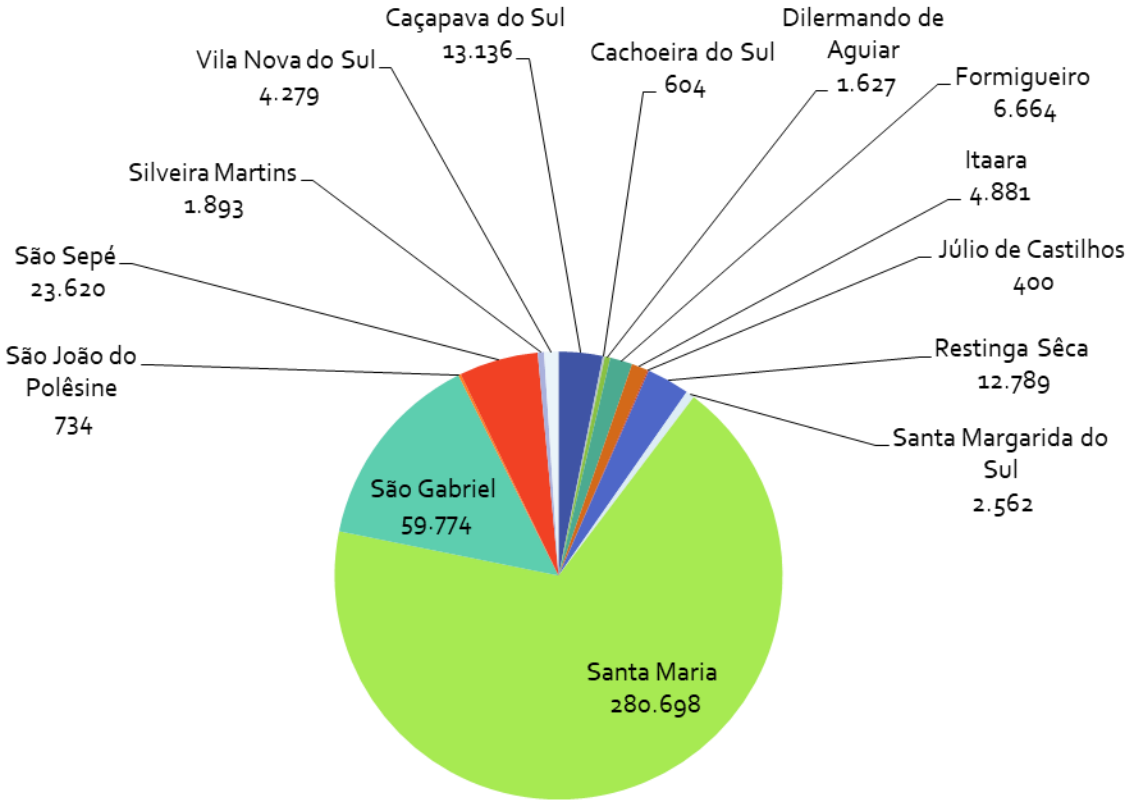


Gráfico 10: Distribuição da população (habitantes) da bacia nos municípios que a compõe

O Gráfico 11 apresenta a distribuição da população nas UPGs da bacia, mostrando que a UPG mais populosa é a UPG Médio Vacacaí, que concentra 58% da população. As UPGs menos populosas são UPG Santa Bárbara e Baixo Vacacaí. O Quadro 34 apresenta a distribuição da população das UPGs por município, dividida em urbana e rural.

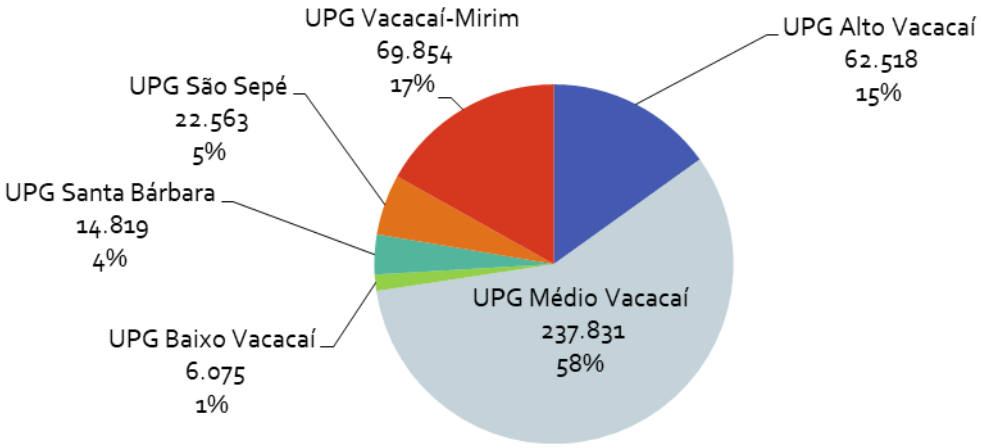


Gráfico 11: Distribuição da população nas UPGs da bacia

Quadro 34: População dos municípios da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim distribuída nas UPGs

Município		UPG Alto Vacacaí	UPG Médio Vacacaí	UPG Baixo Vacacaí	UPG Santa Bárbara	UPG São Sepé	UPG Vacacaí Mirim
Caçapava do Sul	Total	-	-	-	13.049	87	-
	Urbana	-	-	-	9.850	-	-
	Rural	-	-	-	3.199	87	-
Cachoeira do Sul	Total	-	-	23	581	-	0
	Urbana	-	-	-	42	-	-
	Rural	-	-	23	539	-	0
Dilermando de Aguiar	Total	-	1.627	-	-	-	-
	Urbana	-	-	-	-	-	-
	Rural	-	1.627	-	-	-	-
Formigueiro	Total	-	806	4.800	-	1.058	-
	Urbana	-	-	2.631	-	-	-
	Rural	-	806	2.170	-	1.058	-
Itaara	Total	-	-	-	-	-	4.881
	Urbana	-	-	-	-	-	4.183
	Rural	-	-	-	-	-	698
Júlio de Castilhos	Total	-	-	-	-	-	400
	Urbana	-	-	-	-	-	112
	Rural	-	-	-	-	-	287
Restinga Sêca	Total	-	-	1.014	-	0	11.775
	Urbana	-	-	17	-	-	8.931
	Rural	-	-	997	-	0	2.844
Santa Margarida do Sul	Total	2.562	-	-	-	-	-
	Urbana	601	-	-	-	-	-
	Rural	1.960	-	-	-	-	-
Santa Maria	Total	-	230.392	134	-	-	50.172
	Urbana	-	222.315	-	-	-	46.005

Município		UPG Alto Vacacaí	UPG Médio Vacacaí	UPG Baixo Vacacaí	UPG Santa Bárbara	UPG São Sepé	UPG Vacacaí Mirim
São Gabriel	Rural	-	8.077	134	-	-	4.167
	Total	57.633	2.141	-	-	-	-
	Urbana	55.030	-	-	-	-	-
	Rural	2.603	2.141	-	-	-	-
São João do Polêsine	Total	-	-	-	-	-	734
	Urbana	-	-	-	-	-	158
	Rural	-	-	-	-	-	576
São Sepé	Total	-	1.875	104	1.189	20.451	-
	Urbana	-	618	-	78	17.985	-
	Rural	-	1.257	104	1.111	2.467	-
Silveira Martins	Total	-	-	-	-	-	1.893
	Urbana	-	-	-	-	-	1.062
	Rural	-	-	-	-	-	831
Vila Nova do Sul	Total	2.324	990	-	-	966	-
	Urbana	1.221	581	-	-	423	-
	Rural	1.103	409	-	-	543	-
Total por UPG	**Total**	**62.518**	**237.831**	**6.075**	**14.819**	**22.563**	**69.854**
	Urbana	**56.852**		**2.648**	**9.970**	**18.407**	**60.451**
	Rural	**5.666**		**3.428**	**4.849**	**4.155**	**9.403**

O Gráfico 12 apresenta visualmente a distribuição da população das UPGs por município, possibilitando identificar os municípios mais relevantes em termos de população em cada UPG. Verifica-se que Santa Maria é o município que mais contribui com a população nas UPGs Médio Vacacaí e Vacacaí Mirim. Na UPG Alto Vacacaí, o município mais significativo em população é São Gabriel; na UPG Baixo Vacacaí, Formigueiro, na UPG Santa Bárbara, Caçapava do Sul; e na UPG São Sepé, o município de mesmo nome.

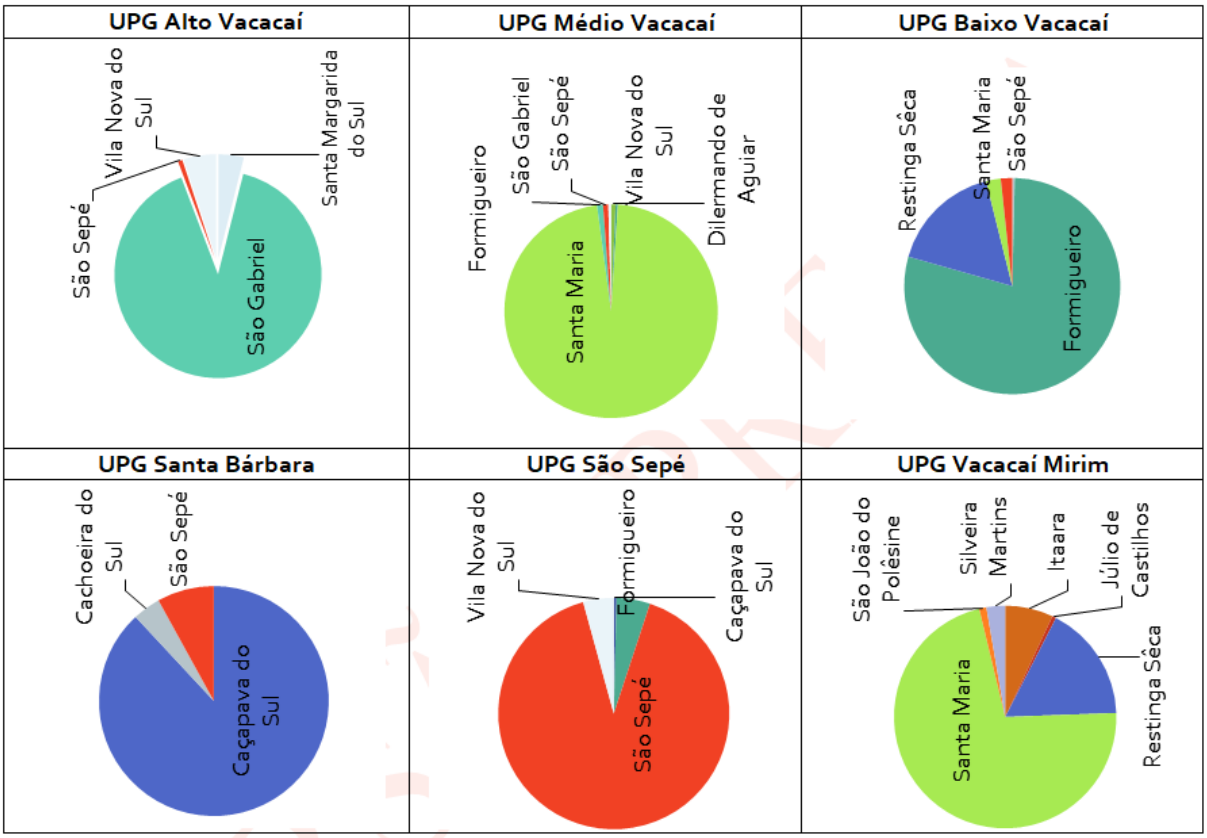


Gráfico 12: Distribuição da população dos municípios nas UPGs da bacia

O Gráfico 13 apresenta o perfil de urbanização de cada UPG da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim. Percebe-se que todas as UPGs possuem um perfil predominantemente urbano, sendo que as UPGs menos urbanizadas são Baixo Vacacaí e Santa Bárbara, com taxa de urbanização de 44 e 67%, respectivamente. As demais UPGs possuem taxa de urbanização entre 82 (UPG São Sepé) e 94% (UPG Médio Vacacaí).

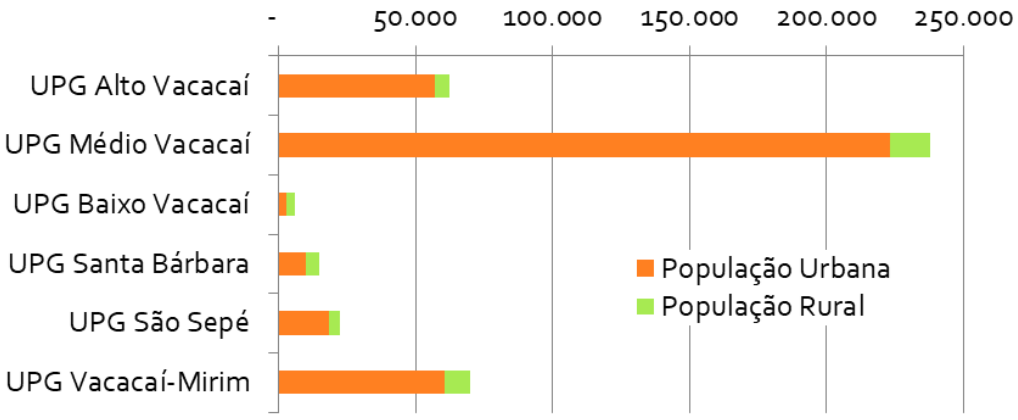


Gráfico 13: Distribuição da população das UPGs em urbana e rural

2.12 Dinâmica econômica

A dinâmica econômica apresenta-se como ponto indireto para a compreensão dos

recursos hídricos da bacia hidrográfica e de sua gestão. De acordo com as atividades econômicas desenvolvidas nos municípios, é possível inferir quais são os principais usos da água e quais são as fontes de poluição na bacia. A avaliação da dinâmica econômica considerou inicialmente uma análise da participação dos setores da economia nos municípios. Em seguida foram analisados dados referentes às atividades de produção agrícola, criação animal, produção industrial, mineração, pesca e aquicultura, turismo e lazer, navegação e geração de energia.

2.12.1 Economia dos municípios

Para a análise da economia dos municípios da bacia hidrográfica em pauta, foram analisados dados de Produto Interno Bruto (PIB) e Valor Adicionado Bruto (VAB). Enquanto PIB é definido como soma de todos os bens e serviços finais produzidos por um país, estado ou cidade, geralmente em um ano[160], VAB é o valor que cada setor da economia contribui para o PIB. Importante frisar que o somatório do VAB dos diferentes setores da economia não equivale ao PIB, pois, ao PIB são somados ainda os impostos.

As informações foram obtidas no Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA[161] e possuem granularidade municipal. Foram analisados dados do ano de 2017, ano mais recente para o qual há dados disponíveis.

No Quadro 35 observa-se o PIB total dos municípios da bacia hidrográfica. O PIB da região é de aproximadamente 15 bilhões de reais, o que equivale a 3,6% do PIB do Rio Grande do Sul, de 423 trilhões de reais para o mesmo ano. O município da bacia com o maior PIB é Santa Maria, concentrando quase a metade do PIB da bacia. Na sequência, os municípios com maior PIB são Cachoeira do Sul (15,3%), São Gabriel (11,3%) e Júlio de Castilhos (7,0%), formando cerca de 80% do PIB regional.

Quadro 35: PIB dos municípios da bacia hidrográfica e suas participações no PIB da região.

Município	PIB (R$ x 1.000)	Participação do município no PIB da região
Caçapava do Sul	815.749	5,4%
Cachoeira do Sul	2.298.800	15,3%
Dilermando de Aguiar	107.526	0,7%
Formigueiro	182.092	1,2%
Itaara	88.332	0,6%
Júlio de Castilhos	1.052.967	7,0%
Restinga Sêca	426.060	2,8%
Santa Margarida do Sul	161.092	1,1%
Santa Maria	7.152.149	47,5%
São Gabriel	1.708.475	11,3%
São João do Polêsine	74.193	0,5%
São Sepé	823.029	5,5%
Silveira Martins	48.652	0,3%

[160] BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produto Interno Bruto - PIB. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php. Acesso em: 28 jul. 2020.

[161] BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. 2017. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pib-munic/tabelas. Acesso em: 20 abr. 2020.

Município	PIB (R$ x 1.000)	Participação do município no PIB da região
Vila Nova do Sul	116.881	0,8%
Total	**15.055.997**	-

No que se refere aos setores que compõem o VAB da região, as informações podem ser observadas no Gráfico 14.

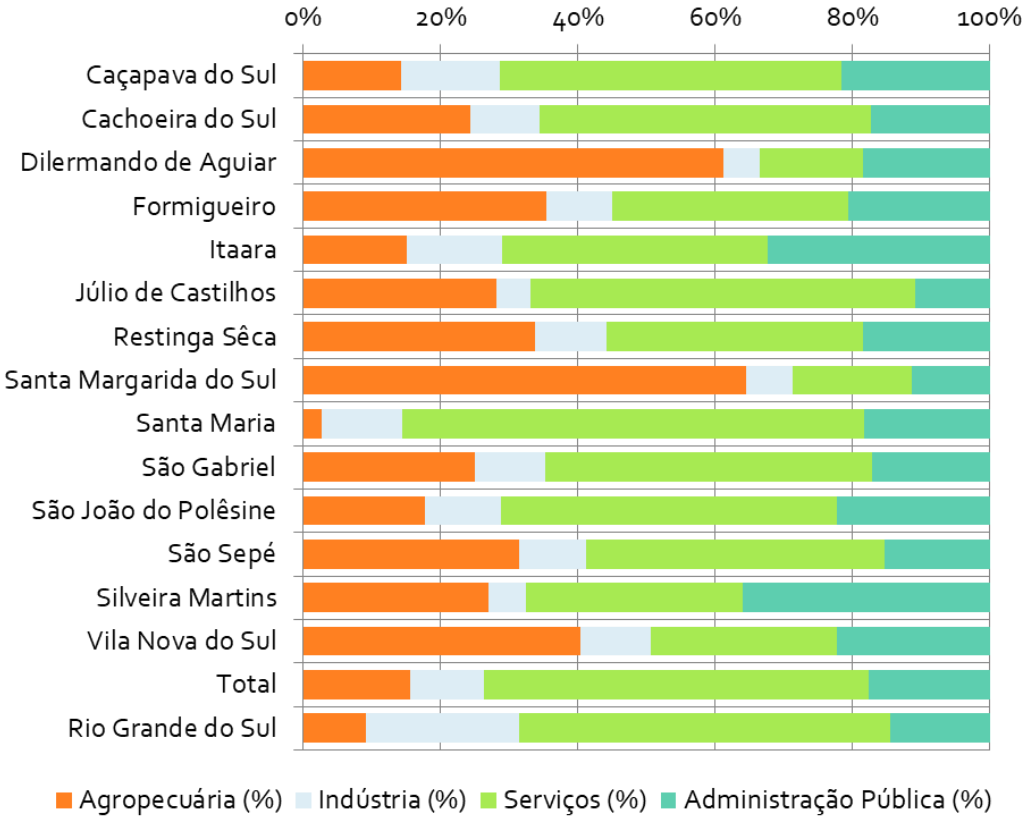


Gráfico 14: VAB por setor de atividade econômica nos municípios da bacia

Os dados de PIB e VAB apresentados neste item permitem inferir que a bacia possui um perfil econômico mais forte no setor de serviços, com 56% do VAB total dos municípios provenientes deste setor. Esta porcentagem é bastante semelhante à contribuição do setor de serviços para o VAB do estado do Rio Grande do Sul (54%). Para o setor da Administração Pública, a bacia também possui VAB com contribuição semelhante à estadual. Já o VAB do setor agropecuário da bacia tem contribuição de 16%, superior ao total estadual, que é de 9%, e para o setor da indústria, a contribuição do VAB é menos relevante que a do estado.

O

Quadro 36 apresenta a contribuição de cada município para o VAB setorial da bacia. Por exemplo, pode-se perceber que o município de Santa Maria tem a maior participação nos VAB

dos setores da indústria, dos serviços e da administração pública.

Quadro 36: Participação dos municípios nos VAB setoriais.

Município	Agropecuária (%)	Indústria (%)	Serviços (%)	Administração Pública (%)
Caçapava do Sul	5%	7%	5%	7%
Cachoeira do Sul	24%	15%	13%	15%
Dilermando de Aguiar	3%	0,4%	0,2%	1%
Formigueiro	3%	1%	1%	1%
Itaara	1%	1%	0,4%	1%
Júlio de Castilhos	12%	3%	7%	4%
Restinga Sêca	6%	3%	2%	3%
Santa Margarida do Sul	5%	1%	0,4%	1%
Santa Maria	8%	52%	56%	49%
São Gabriel	18%	11%	10%	11%
São João do Polêsine	1%	1%	0%	1%
São Sepé	11%	5%	4%	5%
Silveira Martins	1%	0,2%	0,2%	1%
Vila Nova do Sul	2%	1%	0,4%	1%

Observa-se no

Quadro 36 que os municípios de Dilermando Aguiar, Formigueiro, Santa Margarida do Sul e Vila Nova do Sul possuem mais de 1/3 do seu VAB proveniente do setor da agropecuária, entretanto, estes quatro municípios somados contribuem apenas com cerca de 13% do VAB do setor agropecuário dos municípios da bacia (

Quadro 36). Já os municípios de Cachoeira do Sul, São Gabriel, Júlio de Castilhos e São Sepé representam contribuições mais significativas para o VAB do setor agropecuário da bacia, somando 66% do VAB para este setor. Considerando todos os municípios da bacia, 16% do VAB é proveniente do setor agropecuário.

Analisando a contribuição para o VAB do setor da indústria, nenhum município da bacia apresenta um perfil predominantemente industrial, entretanto, Santa Maria se destaca por contribuir com mais de 50% do VAB para este setor, considerando o somatório dos municípios da bacia. Quanto ao setor de serviços, a maior parte dos municípios tem o VAB destacado neste setor, desta forma, fica evidenciada uma predominância da contribuição deste setor no somatório do VAB dos municípios da bacia, correspondendo a 56%. É importante frisar, que alguns municípios, apesar de terem o seu VAB predominantemente proveniente do setor de serviços, possuem contribuições menos representativas, quando comparadas às contribuições do município de Santa Maria, que concentra 56% do VAB deste setor. No setor de Administração Pública, apenas o município de Silveira Martins se destaca, por possuir maior contribuição do VAB advindo desse setor.

2.12.2 Produção agrícola

Para estimar as áreas das principais culturas agrícolas nos municípios da bacia para o ano

de 2019 foram utilizados dados da Pesquisa Agrícola Municipal do IBGE[162] e da Safra do arroz 2018/2019 do IRGA[163]. A partir dos dados das culturas de todos os municípios do estado nos anos de 2016, 2017 e 2018 foi calculada uma taxa de crescimento médio anual estadual para cada cultura agrícola. Estas taxas estaduais são aplicadas sobre os dados de área plantada de cada cultura em 2018, estimando-se assim as áreas plantadas em 2019 para cada município da bacia. Para o caso específico do arroz, os valores disponíveis na Evolução da Colheita do Arroz da Safra 2018/2019 do IRGA, são utilizados em substituição aos dados da Pesquisa Agrícola Municipal por serem mais precisos. É importante destacar que nesse primeiro momento a estimativa é realizada para todo o território dos municípios e não apenas para a porção inserida na poligonal da bacia.

As culturas estão diferenciadas em permanentes e temporárias. As primeiras são definidas como culturas de longo ciclo, que permitem colheitas por vários anos sem necessidade de novo plantio, já as temporárias são culturas de curta ou média duração (ciclo vegetativo inferior a um ano) e que depois de colhidas necessitam de novo plantio.

Com relação às culturas temporárias, que são a grande maioria da área plantada dos municípios da bacia, o principal cultivo é o da soja, presente em todos os municípios da bacia, e correspondendo a 79% da área plantada de lavoura temporária (Quadro 37). A segunda cultura em destaque é o arroz (15%), seguido do milho (2%) e do trigo (2%). Demais cultivos temporários representam 2% da área plantada.

Quadro 37: Principais culturas agrícolas temporárias dos municípios da bacia

Município	Culturas temporárias em 2019							
	Soja	Arroz[1]	Milho	Trigo	Aveia	Mandioca	Fumo	Outros[2]
Caçapava do Sul	22.000	2.950	2.000	-	-	1.000	13	919
Cachoeira do Sul	142.400	24.738	3.500	2.200	1.500	800	416	137
Dilermando de Aguiar	22.000	2.230	350	60	-	80	19	32
Formigueiro	8.100	8.791	280	-	-	150	60	39
Itaara	3.000		420	400	-	20	5	157
Júlio de Castilhos	92.000		1.300	5.000	2.500	80	15	131
Restinga Sêca	24.000	15.195	1.650	-	-	100	914	160
Santa Margarida do Sul	36.000	4.829	400	2.500	-	20	-	5
Santa Maria	49.345	6.023	190	280	-	420	50	188
São Gabriel	101.000	23.380	2.000	2.500	-	170	-	1.145
São João do Polêsine	450	2.033	80	-	-	20	7	73
São Sepé	62.350	16.450	1.880	1.200	3.000	170	-	99
Silveira Martins	3.000		250	-	50	25	5	163
Vila Nova do Sul	12.000	170	1.200	350	500	25	-	59
Total	**577.645**	**106.789**	**15.500**	**14.490**	**7.550**	**3.080**	**1.504**	**3.307**

[162] BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. . Pesquisa Agrícola Municipal. 2018. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas. Acesso em: 20 maio 2020.
[163] IRGA. Safra do arroz 2017/2018. 2018.

Porcentagem	**79%**	**15%**	**2%**	**2%**	**1%**	**0,4%**	**0,2%**	**0,5%**

[1] levantamento segundo os dados do IRGA. [2] lavoura de Sorgo, Cevada, Feijão, Batata-inglesa, Melancia, Cana-de-açucar, Batata-doce, Cebola, Melão, Amendoim, Tomate e Alho.

Os principais produtores de soja da bacia são os municípios de Cachoeira do Sul, São Gabriel, Júlio de Castilhos e São Sepé, que juntos somam 69% da área plantada deste cultivo. Quanto ao cultivo do arroz, os principais municípios produtores são novamente Cachoeira do Sul, São Gabriel e São Sepé, e o município de Restinga Sêca também se destaca nesse cultivo.

O Gráfico 15 apresenta visualmente a contribuição dos municípios da bacia na área plantada dos cultivos temporários, onde é possível observar a predominância da soja sobre os demais cultivos na grande maioria dos municípios.

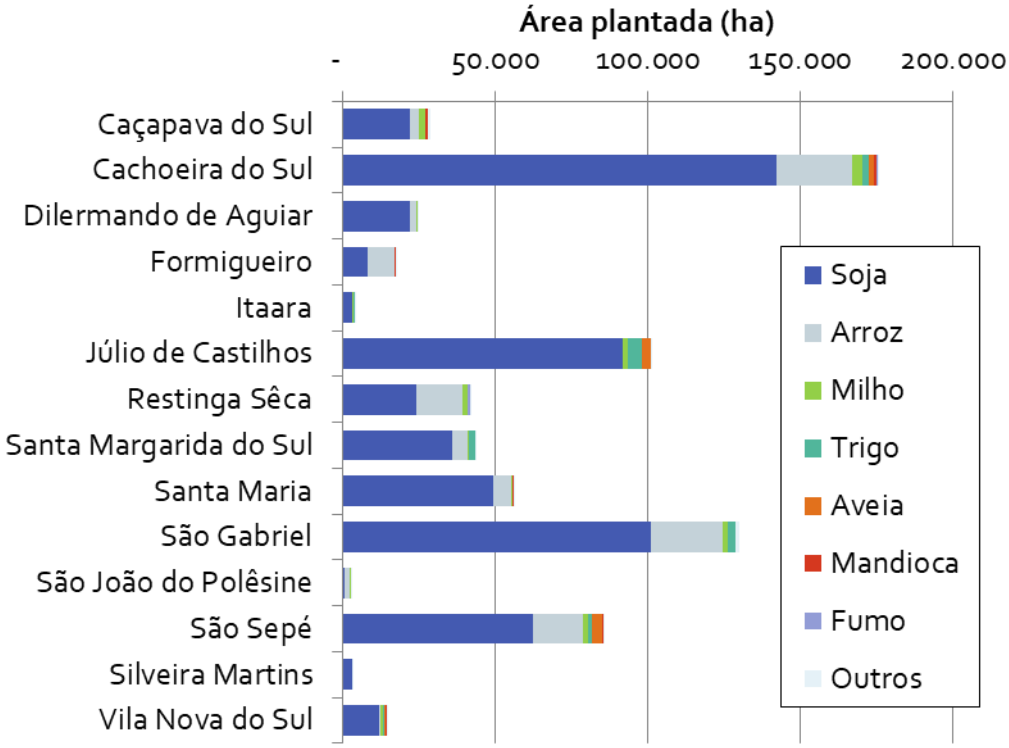


Gráfico 15: Contribuição dos municípios nas lavouras temporárias da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí – Vacacaí-Mirim

Quanto às culturas permanentes, as principais são laranja e noz, que representam 29 e 28% deste tipo de cultura (Quadro 38), sendo que o município de Santa Margarida do Sul se sobressai pela produção de laranja e o município de Cachoeira do Sul se destaca pela produção de nozes. Destaca-se que o somatório da área plantada de todas as culturas permanentes equivale a menos de 1% do somatório das culturas temporárias.

Quadro 38: Principais culturas agrícolas permanentes dos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí – Vacacaí-Mirim

Município	**Culturas permanentes em 2019 (hectares)**

	Laranja	Noz	Tangerina	Uva	Azeitona	Pêssego	Outros[1]
Caçapava do Sul	95	-	30	29	71	25	62
Cachoeira do Sul	72	610	41	15	20	28	43
Dilermando de Aguiar	15	8	3	9	-	3	3
Formigueiro	15	-	12	6	8	2	7
Itaara	7	-	5	25	-	1	4
Júlio de Castilhos	32	2	12	21	-	5	7
Restinga Sêca	45	1	13	22	-	6	15
Santa Margarida do Sul	255	-	70	18	-	2	6
Santa Maria	60	20	25	15	-	9	47
São Gabriel	31	-	39	-	-	-	-
São João do Polêsine	10	-	5	11	-	8	24
São Sepé	50	15	16	21	65	12	5
Silveira Martins	3	2	8	30	-	3	7
Vila Nova do Sul	15	8	5	8	-	13	2
Total	**705**	**666**	**284**	**230**	**164**	**117**	**232**
Porcentagem	**29%**	**28%**	**12%**	**10%**	**7%**	**5%**	**10%**

[1]lavoura de Figo, Limão, Banana, Caqui, Goiaba, Pera, Abacate, Marmelo, Erva-mate e Maçã.

O Gráfico 16 apresenta a contribuição dos municípios da bacia na área plantada dos cultivos permanentes.

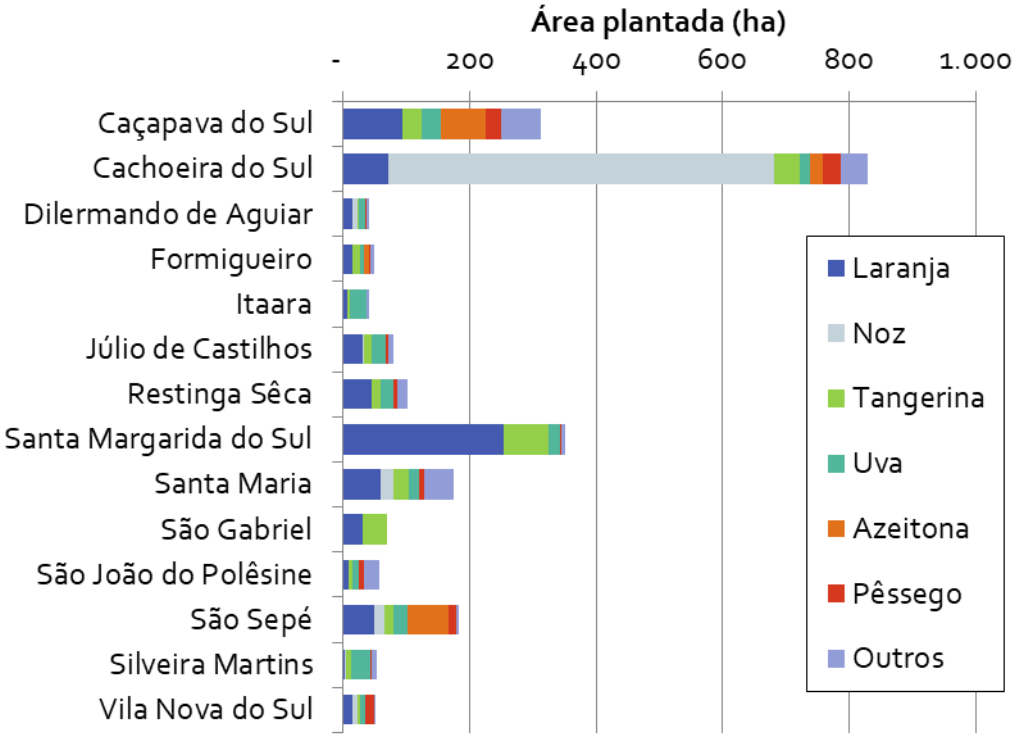


Gráfico 16: Contribuição dos municípios nas lavouras permanentes da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí – Vacacaí-Mirim

2.12.3 Criação animal

A criação animal dos municípios da bacia é apresentada em termos de efetivos dos rebanhos para o ano de 2018, ano mais recente para o qual estão disponíveis dados da Pesquisa da Pecuária Municipal do IBGE[164]. É importante destacar que neste momento são apresentados dados para todo o território dos municípios e não apenas para a porção inserida na poligonal da bacia.

O Quadro 39 apresenta os principais rebanhos dos municípios da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim. Os dados revelam que o maior rebanho, em número de animais, é o de bovinos, representando 60% da pecuária dos municípios da bacia, em número de cabeças. Em seguida, aparece o rebanho de galináceos, representando 19% dos animais, e a produção de ovinos (16%). Os demais rebanhos representam 6% da produção e compreendem a criação de equinos, suínos, bubalinos, caprinos e codornas.

Quadro 39: Principais rebanhos dos municípios da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim

Município	Bovino	Galináceos	Ovino	Equino	Suíno	Outros
Caçapava do Sul	171.802	43.336	59.860	7.323	2.498	6.396
Cachoeira do Sul	135.120	142.000	33.748	6.292	8.200	2.665
Dilermando de Aguiar	45.604	9.159	9.598	1.628	759	339
Formigueiro	41.611	4.077	2.839	848	662	163
Itaara	3.944	3.000	1.970	556	245	87
Júlio de Castilhos	54.665	8.500	12.364	2.200	2.671	679
Restinga Sêca	42.041	20.000	3.768	1.236	3.016	629
Santa Margarida do Sul	45.578	4.950	22.417	1.765	760	31
Santa Maria	96.550	15.500	15.517	6.573	2.538	3.154
São Gabriel	283.303	59.500	90.579	12.257	5.560	2.652
São João do Polêsine	4.468	12.500	125	63	220	556
São Sepé	111.005	10.619	23.390	4.087	5.253	280
Silveira Martins	3.708	5.090	390	82	549	22
Vila Nova do Sul	30.747	3.266	8.660	1.208	770	558
Total	**1.070.146**	**341.497**	**285.225**	**46.118**	**33.701**	**18.211**
Porcentagem	**60%**	**19%**	**16%**	**3%**	**2%**	**1%**

[1]Outros: codornas, caprinos e bubalinos.

O Gráfico 17 apresenta visualmente a distribuição dos rebanhos nos municípios da bacia, evidenciando que Cachoeira do Sul, São Gabriel e Caçapava do Sul se destacam na produção dos três principais rebanhos da bacia, pois as produções dos três municípios somadas representam mais de 50% da produção de cada rebanho.

[164]BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa da Pecuária Municipal. 2018. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2018. Acesso em: 17 abr. 2020.

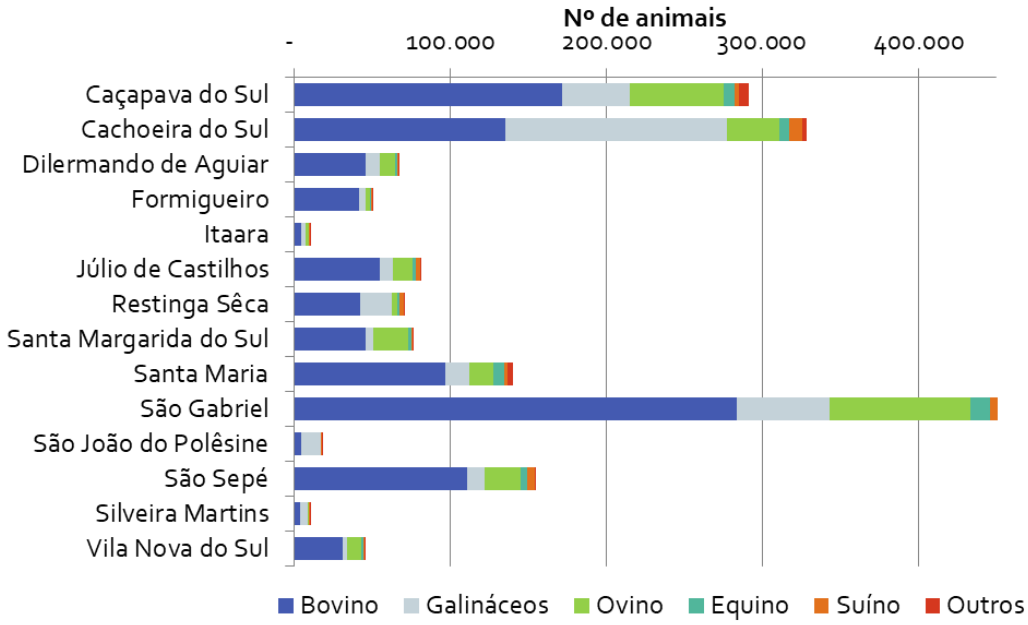


Gráfico 17: Criação animal dos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí – Vacacaí-Mirim

É importante destacar que do total de galináceos, 57% dos animais são destinados à produção de ovos, equivalendo a 194.470 galinhas, e do total de bovinos, 2% dos animais são destinados à produção de leite, equivalendo a 23.993 vacas leiteiras.

2.12.4 Atividade industrial

Para caracterizar a atividade da indústria de transformação nos municípios da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim, foram utilizados os dados que se referem aos vínculos ativos (número de trabalhadores) na data de 31/12/2018, obtidos através da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). Os dados consideram diferentes divisões, que se referem á indústria de transformação, de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) agrupadas por município.

Entende-se por indústria de transformação o tipo de indústria que transforma matéria-prima em um produto final ou intermediário para outra indústria de transformação fazendo-se o uso de água durante os processos envolvidos.

O Quadro 40 apresenta as divisões da indústria mais significativas para os municípios da bacia em termos de número de trabalhadores. A divisão que apresentou maior número de trabalhadores refere-se à fabricação de produtos alimentícios, totalizando 45% dos trabalhadores, seguida pela fabricação máquinas e equipamento, com 12%. As divisões que obtiveram somatório inferior a 1% foram agrupadas como "outras" e totalizam 10% dos trabalhadores na bacia. O Gráfico 18 permite a visualização da distribuição do número de trabalhadores nas demais divisões da indústria.

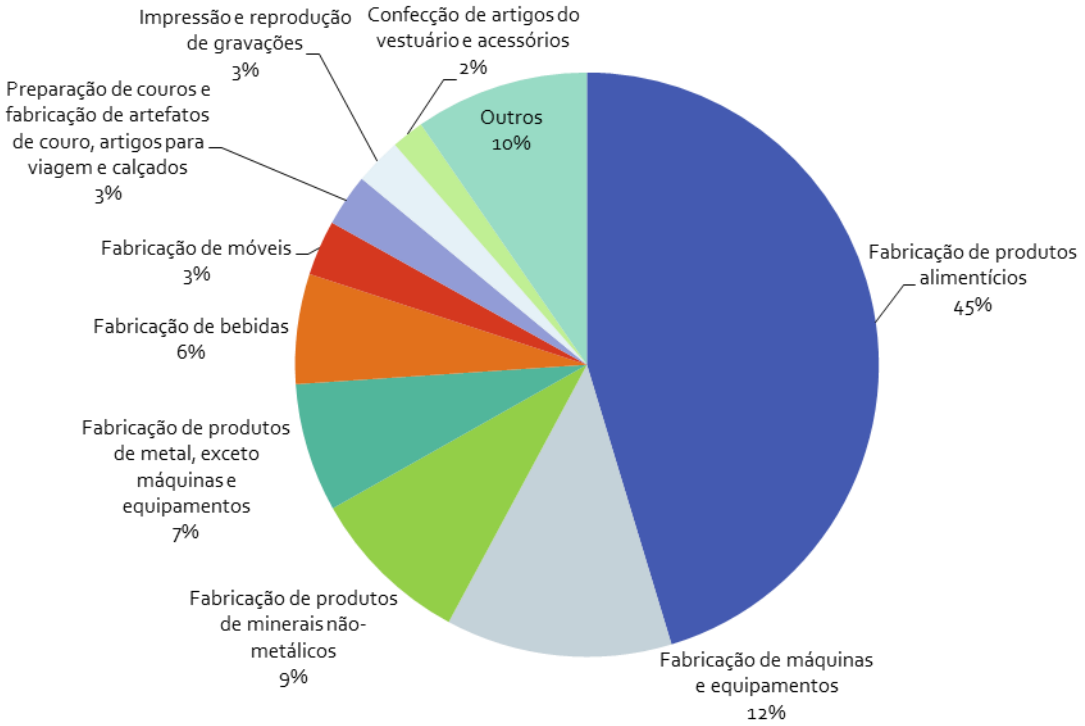


Gráfico 18: Distribuição do número de trabalhadores da indústria dos municípios da bacia por divisão

O Quadro 40 também evidencia que o município de Santa Maria concentra 49% dos trabalhadores da indústria da bacia, e contribui com 38% dos trabalhadores da indústria de fabricação de produtos alimentícios. Cachoeira do Sul, São Gabriel e Caçapava do Sul contribuem com 16, 13 e 7% dos trabalhadores da indústria, respectivamente. Os demais municípios somados contribuem com 14% dos trabalhadores. O Gráfico 19 permite visualizar a distribuição dos trabalhadores dos municípios da bacia nas divisões da indústria.

Vale ressaltar que os municípios de Cachoeira do Sul, Júlio de Castilhos, São João do Polêsine e Dileirmando de Aguiar são os únicos que possuem a sua área urbana, geralmente próxima da qual estão as áreas industriais, localizadas fora da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim.

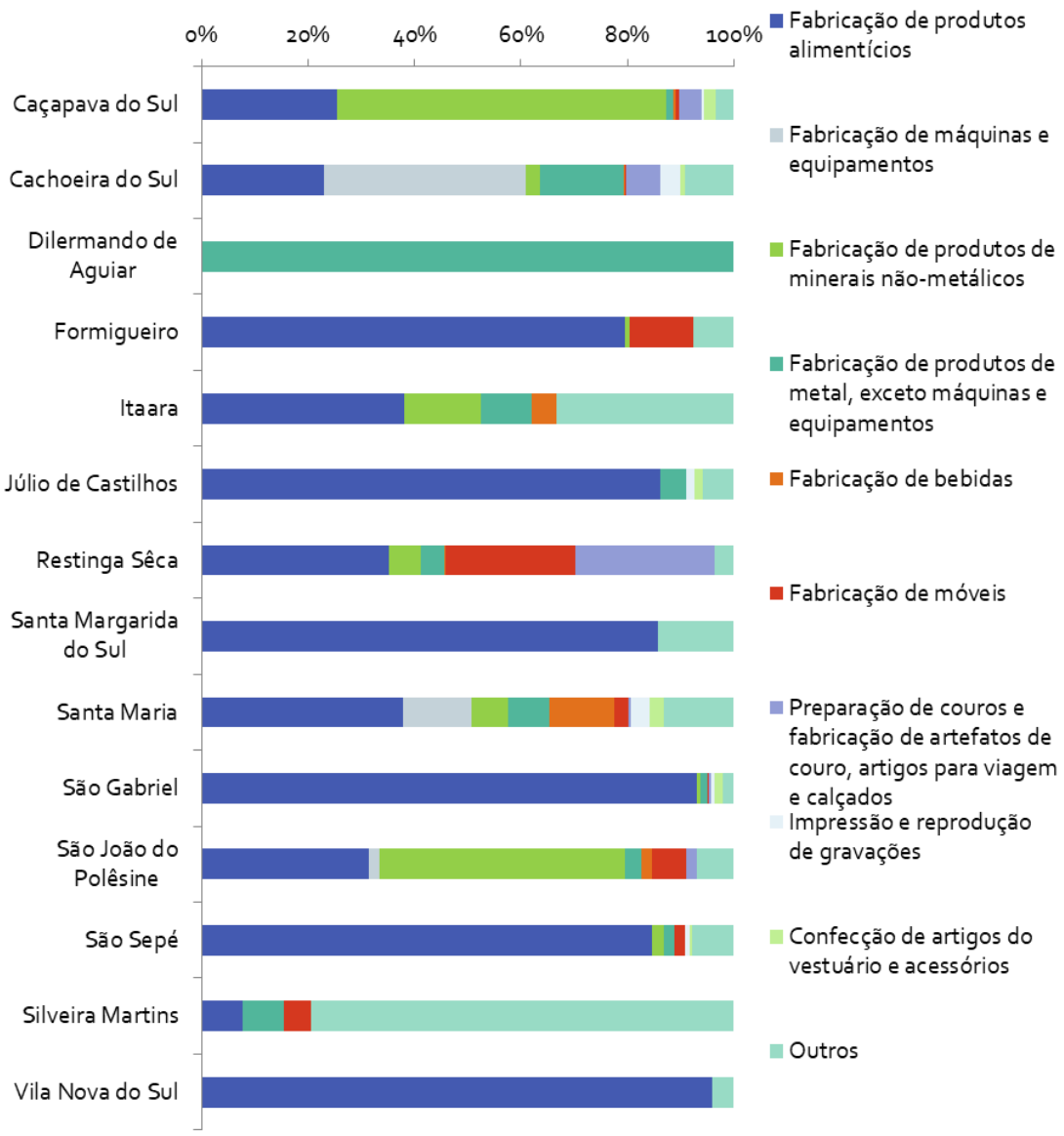


Gráfico 19: Distribuição do número de trabalhadores nas divisões da indústria por município da bacia

Quadro 40: Divisões da indústria mais significativas para os municípios da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim

Divisão	Caçapava do Sul	Cachoeira do Sul	Dilermando de Aguiar	Formigueiro	Itaara	Júlio de Castilhos	Restinga Sêca	Santa Margarida do Sul	Santa Maria	São Gabriel	São João do Polêsine	São Sepé	Silveira Martins	Vila Nova do Sul	Total por divisão	%
Fabricação de produtos alimentícios	210	463	-	105	8	231	219	12	2.301	1.535	49	401	3	48	5.585	45%
Fabricação de máquinas e equipamentos	-	763	-	-	-	-	-	-	779	-	3	-	-	-	1.545	13%
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	509	53	-	1	3	-	37	-	410	10	72	10	-	-	1.105	9%
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	10	318	1	-	2	13	28	-	465	22	5	10	3	-	877	7%
Fabricação de bebidas	3	1	-	-	1	-	1	-	739	2	3	-	-	-	750	6%
Fabricação de móveis	7	7	-	16	-	-	152	-	170	4	10	9	2	-	377	3%
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	34	127	-	-	-	-	163	-	26	4	3	-	-	-	357	3%
Impressão e reprodução de gravações	4	76	-	-	-	4	-	-	216	14	-	5	-	-	319	3%
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	17	17	-	-	-	4	-	-	157	25	-	2	-	-	222	2%
Outros	29	187	-	10	7	16	23	2	798	34	11	37	31	2	1.187	10%
Total por município	**823**	**2.012**	**1**	**132**	**21**	**268**	**623**	**14**	**6.061**	**1.650**	**156**	**474**	**39**	**50**	12.324	
%	**7%**	**16%**	**0,01%**	**1%**	**0,2%**	**2%**	**5%**	**0,1%**	**49%**	**13%**	**1%**	**4%**	**0,3%**	**0,4%**		

2.12.5 *Mineração*

Para caracterizar a produção referente à atividade de mineração na Bacia Hidrográfica dos rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim (Figura 35) foram utilizados os dados da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) e dos processos minerários da Agência Nacional de Mineração (ANM) inseridos dentro da bacia.

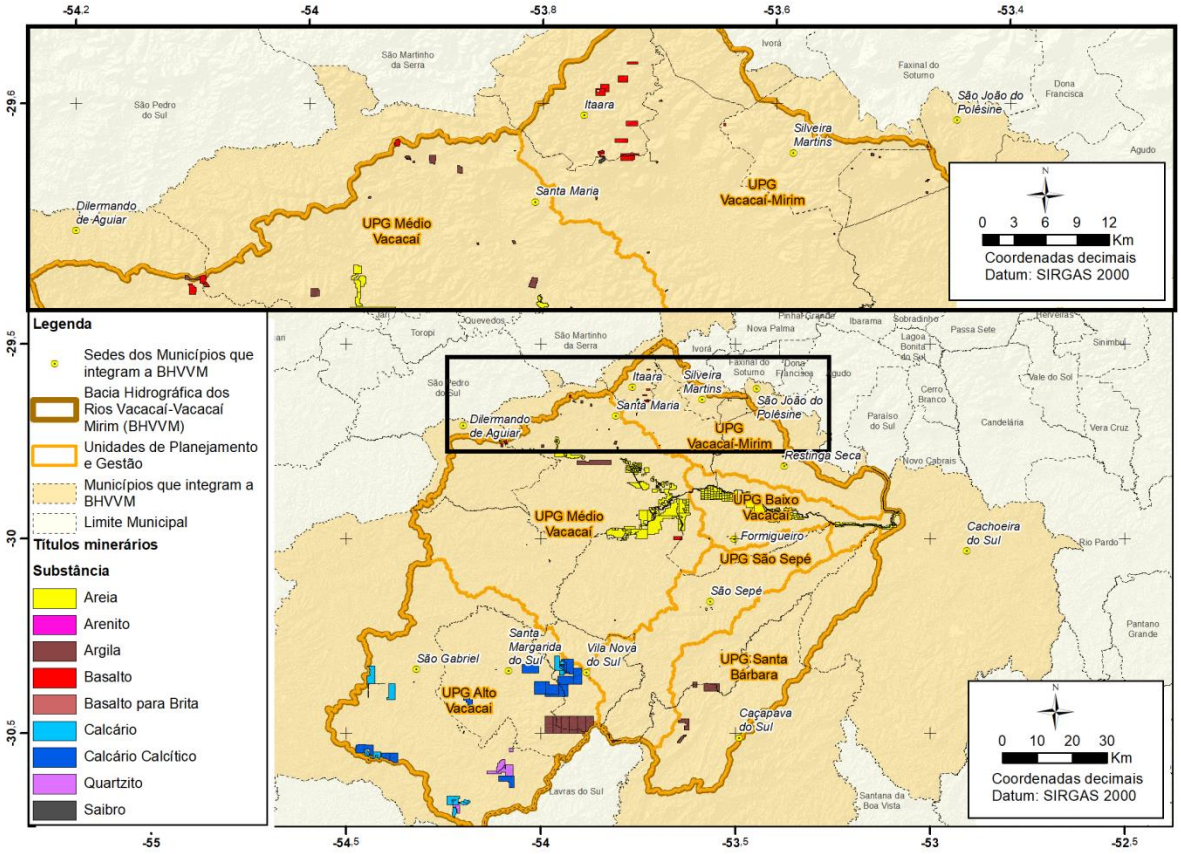


Figura 35: Processos minerários registrados na ANM por substância minerada na BHVVM

Para o rastreamento da produção da mineração na Bacia Vacacaí Vacacaí-Mirim foram utilizado os dados da CFEM. No levantamento constou-se que em 2019 foram mineradas as seguintes substâncias: areia, arenito, argila, basalto, basalto para brita, calcário, calcário calcítico, gnaisse, quartzito e saibro (Gráfico 20). Os municípios com maior produção minerária são Itaara e Santa Maria, que mineram basalto, basalto para brita, areia e argila. Os municípios de Caçapava do Sul e Formigueiro também são importantes produtores de calcário e areia, respectivamente (Quadro 41).

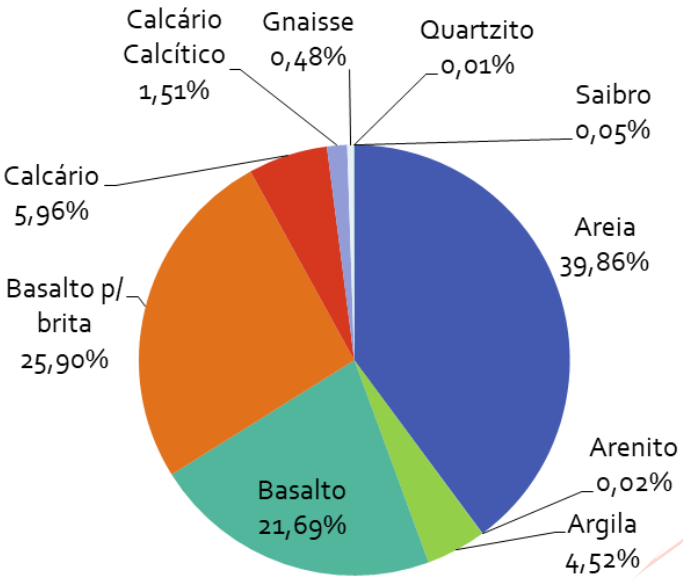


Gráfico 20: Composição das substâncias mineradas pelos municípios na bacia

Quadro 41: Comercialização de minério da Bacia Vacacaí Vacacaí-Mirim, por município e substância minerada em 2019

Município	Substância minerada (toneladas em 2019)											
	Areia	Arenito	Argila	Basalto	Basalto para brita	Calcário	Calcário Calcítico	Gnaisse	Quartzito	Saibro	Sienito	Total (t)
Caçapava do Sul	-	-	-	-	-	315.739	-	-	-	-	-	**315.739**
Cachoeira do Sul	6.042	-	23.894	-	-	-	-	-	-	-	98	**30.034**
Dilermando de Aguiar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**
Formigueiro	209.819	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**209.819**
Itaara	-	-	-	1.148.526	1.370.957	-	-	-	-	-	-	**2.519.484**
Júlio de Castilhos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**
Restinga Sêca	107.258	-	2.095	-	-	-	-	-	-	-	-	**109.353**
Santa Maria	1.787.354	-	213.407	-	-	-	-	-	-	-	-	**2.000.760**
Santa Margarida do Sul	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**
São Gabriel	-	-	-	-	-	-	-	-	317	2.758	-	**3.074**
São João do Polênise	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**
São Sepé	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**
Silveira Martins	-	1.032	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**1.032**
Vila Nova do Sul	-	-	-	-	-	-	79.677	25.200	-	-	-	**104.877**
Total (t)	2.110.472	1.032	239.396	1.148.526	1.370.957	315.739	79.677	25.200	317	2.758	98	**5.294.171**

2.12.6 Atividade pesqueira e aquicultura

O rastreamento da atividade pesqueira e aquicultura foi desenvolvido por meio de pesquisa em diferentes fontes, entre sites das Prefeituras Municipais integrantes da bacia, pesquisa nos provedores gratuitos Google Maps e Google Earth, trabalhos acadêmicos e também informações repassadas pelo Comitê de Bacia e pelas Prefeituras que compõem a Bacia do Vacacaí Vacacaí-Mirim. A atividade pesqueira na Bacia do Vacacaí Vacacaí-Mirim é desempenhada pela pesca artesanal[165], principalmente, ao longo do Rio Vacacaí. A comunidade de pescadores conta com a Colônia de Pescadores Z-13 em Cachoeira do Sul, Colônia de Pescadores de São Gabriel, Colônia de Pescadores Z-35 em Santa Maria e também a Colônia de Pescadores Z-38 de São Gabriel.

Foram mapeados 17 pontos (

Quadro 42 e Figura 36 em que os pescadores utilizam para a pesca artesanal no Rio Vacacaí. Estes pontos são conhecidos pelos pescadores da região e são utilizados de forma coletiva por estes. O "Largão", "Paredão", "Lagoão das Pedras", "Espinilho", "Lagoão dos Dourados" e "Prateleira" são assim chamados pela característica física em que são localizados, os pontos "do Taschetto" e "do Guerra" levam esses nomes em referência aos proprietários ou antigos proprietários das terras aos redores, os pontos "foz do Rio São Sepé", "foz do Arroio Arenal", "foz do Arroio dos Lourenços" e "Santa Bárbara" tem referência aos afluentes em questão. Além destes pontos, são identificados outros 2 locais pelo nome de suas localidades, "Passo do Rocha" e "Passo do Camisão" e também existem 3 pontos que não possuem nomes de comum acordo (Sem Nome 1 , Sem Nome 2 e Sem Nome 3)[166]. A atividade de aquicultura não foi encontrada no território da bacia.

[165]Pesca artesanal: quando praticada diretamente por pescador profissional, de forma autônoma ou em regime de economia familiar, com meios de produção próprios ou mediante contrato de parceria, desembarcado, podendo utilizar embarcações de pequeno porte. Em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/aquicultura-e-pesca/pesca-no-brasil>. Acesso em: 28 abril 2020.

[166]MORAES, Tiago Rossi de et al. Pesca artesanal no Rio Vacacaí, RS: influências da orizicultura irrigada e os potenciais territórios de conflitos. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

Quadro 42: Pontos utilizados como pesqueiros na pesca artesanal na Bacia Vacacaí Vacacaí-Mirim

Município	Identificação do Pesqueiro	Curso hídrico	Coordenadas (lat., long.)	
Formigueiro	Prateleira	Rio Vacacaí	-29,8819	-53,5117
	sem nome 1	Rio Vacacaí	-29,9347	-53,3128
Restinga Seca	Largão	s/n	-29,9356	-53,3783
	Paredão	Rio Vacacaí	-29,8822	-53,4664
	sem nome 2	Rio Vacacaí	-29,8956	-53,4469
	Foz do Rio São Sepé	Rio São Sepé	-29,9578	-53,2547
Santa Margarida do Sul	Lagoão dos Dourados	Rio Vacacaí	-30,1994	-54,1794
Santa Maria	Foz do Arroio Arenal	Rio Vacacaí	-29,8797	-53,6200
São Gabriel	Lagoão das Pedras	Rio Vacacaí	-30,2189	-53,9739
	Espinilho	Rio Vacacaí	-30,1969	-54,1831
	Passo do Rocha	Rio Vacacaí	-30,2358	-53,9861
	Taschetto	Rio Vacacaí	-30,2961	-54,2856
São Sepé	Guerra	Rio Vacacaí	-29,9092	-53,6689
	Foz do Arroio dos Lourenços	Rio Vacacaí	-29,9947	-53,8692
	Passo do Camisão	Rio Vacacaí	-30,0858	-53,9161
	sem nome 3	Rio Vacacaí	-30,0350	-53,8897
	Santa Bárbara	Rio Santa Bárbara	-29,9689	-53,1258

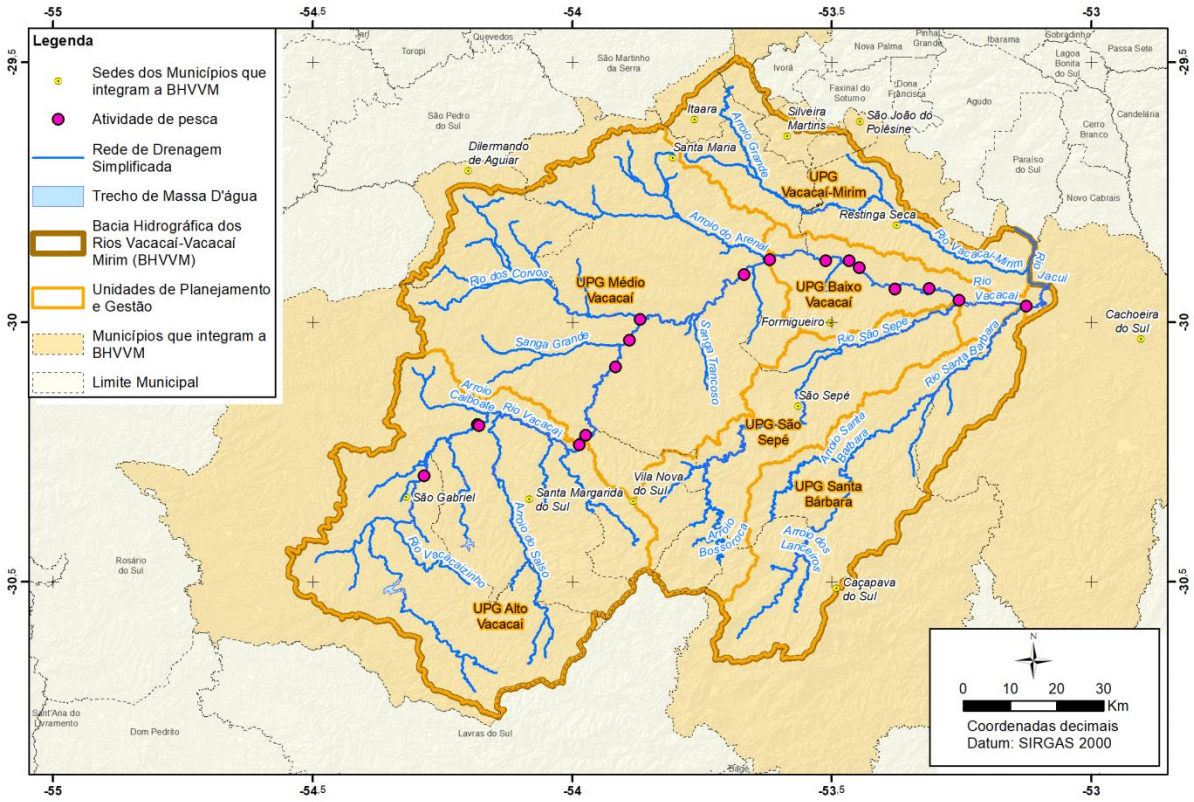


Figura 36: Locais de pesca identificados na BHVVM

A frota pesqueira é bastante homogênea com embarcações, na sua maioria, fabricadas industrialmente em alumínio e também em madeira, estas são equipadas por motores de propulsão. Os pescadores utilizam redes de emalhe de fabricação industrial e/ou artesanal, além de espinhel para a captura do pescado. As principais espécies de interesse dos pescadores são a Piaba ou Piava (CharaxStenopterus), Traíra (HopliasMalabacarius), Jundiá (RhandiaQuelen), Grumatã ou Curimatã (ProchilodusLineatus), Pintado (PimelodusMaculatus), Cascudo (HypostomusCommersoni) e Lambari (AstyanaxEngenmanniorum), destes, os mais capturados são a Traíra, o Jundiá, a Piaba e o Pintado. Estes peixes são comercializados na própria residência dos pescadores, repassados para atravessadores ou então vendidos para os restaurantes da região[166].

2.12.7 Turismo e lazer

A Bacia do Vacacaí Vacacaí-Mirim está localizada na região central do estado do Rio Grande do Sul e conta com um potencial turístico e de lazer associado ao turismo de natureza tendo trilhas ecológicas, balneários e cachoeiras. Através do Mapa do Turismo Brasileiro[167] desenvolvido pelo Ministério do Turismo é possível a categorização dos municípios através do desempenho da economia relacionada a atividades turísticas em uma escala de A até E (sendo A a categoria mais relevante, de acordo com as variáveis consideradas, e E a de menor). A classificação através do Mapa do Turismo Brasileiro considera a concentração de turistas domésticos e internacionais, associada aos números de estabelecimentos e ocupações no setor de hospedagem, bem como de empregos formais gerados pelo setor[168]. Alguns municípios da bacia possuem potencial turístico bem evidenciado, sendo as atividades, por vezes, relacionadas ao contato com a água, dessa forma são de fundamental importância a manutenção e gestão desses corpos hídricas para que haja uma continuidade e crescimento desse setor na economia dos municípios. Os municípios de São Gabriel e Santa Maria são classificados como categoria B; Caçapava do Sul e Cachoeira do Sul são categoria C; Restinga Seca, Silveira Martins, Júlio de Castilhos, Ivorá, São Sepé e São João do Polêsine são categoria D; Santa Margarida do Sul, Itaara são categoria E e os demais municípios não apresentam potencial turístico, conforme a classificação.

O rastreamento dos pontos turísticos com atividades associadas aos recursos hídricos foi desenvolvido por meio de pesquisa em diferentes fontes, entre sites das Prefeituras Municipais integrantes da bacia, da Secretaria Estadual de Turismo do Rio Grande do Sul, pesquisa nos provedores Google Maps e Google Earth, trabalhos acadêmicos e também informações repassadas pelo Comitê de Bacia e pelas Prefeituras Municipais que compõem a Bacia do Vacacaí Vacacaí-Mirim. O Quadro 43 e a Figura 37 apresentam as atividades identificadas na bacia.

A atividade de contato primário é bastante evidenciada na bacia pelos diversos balneários existentes, prática na qual o contato do usuário com a água é prolongado, o que

[167]BRASIL. MINISTÉRIO DO TURISMO. Mapa do Turismo. 2017-2019. Disponível em: <http://mapa.turismo.gov.br/mapa/init.html#/home>. Acesso em: 28 abril 2020.

[168]BRASIL. MINISTÉRIO DO TURISMO. 75% dos municípios gaúchos têm potencial para desenvolver turismo. 2017. Disponível em: <http://www.turismo.gov.br/assuntos/8156-75-dos-munic%C3%ADpios-ga%C3%BAchos-t%C3%AAm-potencial-para-desenvolverturismo.html>. Acesso em: 28 de abril 2020.

aumenta a possibilidade de o banhista ingerir água (contato direto). Também são encontrados pontos de contato secundários que àquela associada a atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir água é pequena. A Resolução nº 357/2005[169] estabelece os padrões de balneabilidade dos corpos d'água, sendo assim observa-se a importância da verificação e classificação da qualidade da água dos pontos de interesse do turismo e lazer da bacia.

Quadro 43: Pontos turísticos ou de lazer na Bacia Vacacaí Vacacaí-Mirim

Município	Tipo da atividade	Nome do local da atividade	Nome do curso hídrico	Coordenadas (lat., long.)	
Caçapava do Sul	Balneário	Cachoeira na Chácara do Forte	s/n	-30,5050	-53,5120
	Balneário/Trilha	Chácara do Forte	s/n	-30,5050	-53,5120
Dilermando de Aguiar	Balneário	Balneário AMSS	s/n	-29,7660	-54,0810
Itaara	Balneário	Balneário Brasília	s/n	-29,6060	-53,7600
	Balneário	AANP	s/n	-29,6320	-53,7660
	Balneário/camping	ABG	s/n	-29,6070	-53,7500
	Balneário	Balneário Lermen	s/n	-29,6050	-53,7560
	Balneário	Grêmio Esportivo Banrisul	s/n	-29,6180	-53,7650
	Balneário	APCEF - Jardim da Serra	s/n	-29,5690	-53,7670
	Balneário	Balneário Parque Pinhal	s/n	-29,6120	-53,7580
	Balneário	Balneário Novo Pinhal	s/n	-29,6060	-53,7550
	Balneário/Pesca	Balneário SOCEPE	Arroio Manoel Alves	-29,6170	-53,7690
	Balneário/Pesca	Parque Serrano	s/n	-29,5880	-53,7700
	Balneário	Cascata da Usina	s/n	-29,6230	-53,7610
	Balneário	Cascata Assis Brasil	Rio Vacacaí-Mirim	-53,8030	-29,6230
	Balneário	Cascata do Sapo	Rio Vacacaí-Mirim	-53,8040	-29,6250
	Balneário	Cascata Banrisul	s/n	-53,7630	-29,6160
	Balneário	Cascata do Pozzobom	s/n	-53,7250	-29,5870
Restinga Seca	Balneário	Passo da Barca	s/n	-29,8660	-53,5380
	Balneário	Balneário Praia das Tunas	Rio Vacacaí	-29,9240	-53,4190
	Balneário	Praia do Gil	Rio Vacacaí	-29,9620	-53,1910
Santa Maria	Balneário	Cascata Três Quedas	Arroio Grande	-29,5770	-53,7020
	Balneário	Balneário Acqua Summer	s/n	-29,7170	-53,8620
	Balneário	Balneário de Lima	s/n	-29,6500	-53,8040
	Balneário	Balneário Schneider	s/n	-29,6460	-53,7880
	Balneário	ASENA	Rio Vacacaí-Mirim	-29,6620	-53,7870
	Balneário	Clube do Professor Gaúcho	Rio Vacacaí-Mirim	-29,6620	-53,7870
	Balneário	Balneário Timbaúva	s/n	-29,7020	-54,0440
	Balneário	Balneário Sítio das Palmeiras	Rio Vacacaí-Mirim	-29,6470	-53,7940
	Balneário	Clube Recreativo Dores	s/n	-29,7180	-53,7850
	Balneário	Clube Atirador Esportivo	Nenhum corpo	-29,6690	-53,8090

[169] CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, Brasil.

Município	Tipo da atividade	Nome do local da atividade	Nome do curso hídrico	Coordenadas (lat., long.)	
			hídrico próximo		
	Balneário	Clube dos Subtententes e Sargentos	s/n	-29,6650	-53,8320
	Balneário	Clube Círculo Militar	Arroio Cadena	-29,6730	-53,8300
	Balneário	ASSUFSM - Associação dos Servidores da UFSM - Sede Campestre	s/n	-29,7310	-53,8050
	Balneário	Sociedade de Medicina de Santa Maria	s/n	-29,7070	-53,7660
	Balneário	Balneário Passo do Verde	Rio Vacacaí	-29,9350	-53,7090
	Balneário	Balneário Ouro Verde	Arroio Grande	-29,6010	-53,7130
	Balneário	Balneário Zimmermann	Arroio Grande	-29,6020	-53,7120
	Balneário	Balneário Baggio	s/n	-29,6570	-53,6260
São Gabriel	Trilha	Sanga da Bica	s/n	-30,3460	-54,3230
	Balneário	Balneário Pedroso	Rio Vacacaí	-30,4540	-54,3740
São João do Polêsine	Balneário	Balneário Venturini	Arroio da Divisa	-29,6630	-53,5320
Silveira Martins	Balneário	Recanto Ágape	s/n	-29,6390	-53,6120
	Balneário	Cascata do Mezzomo	s/n	-29,6280	-53,6000
	Balneário	Quinta Dom Inácio	Arroio Lobato	-29,6030	-53,6150

s/d: curso hídrico sem denominação ou não identificado

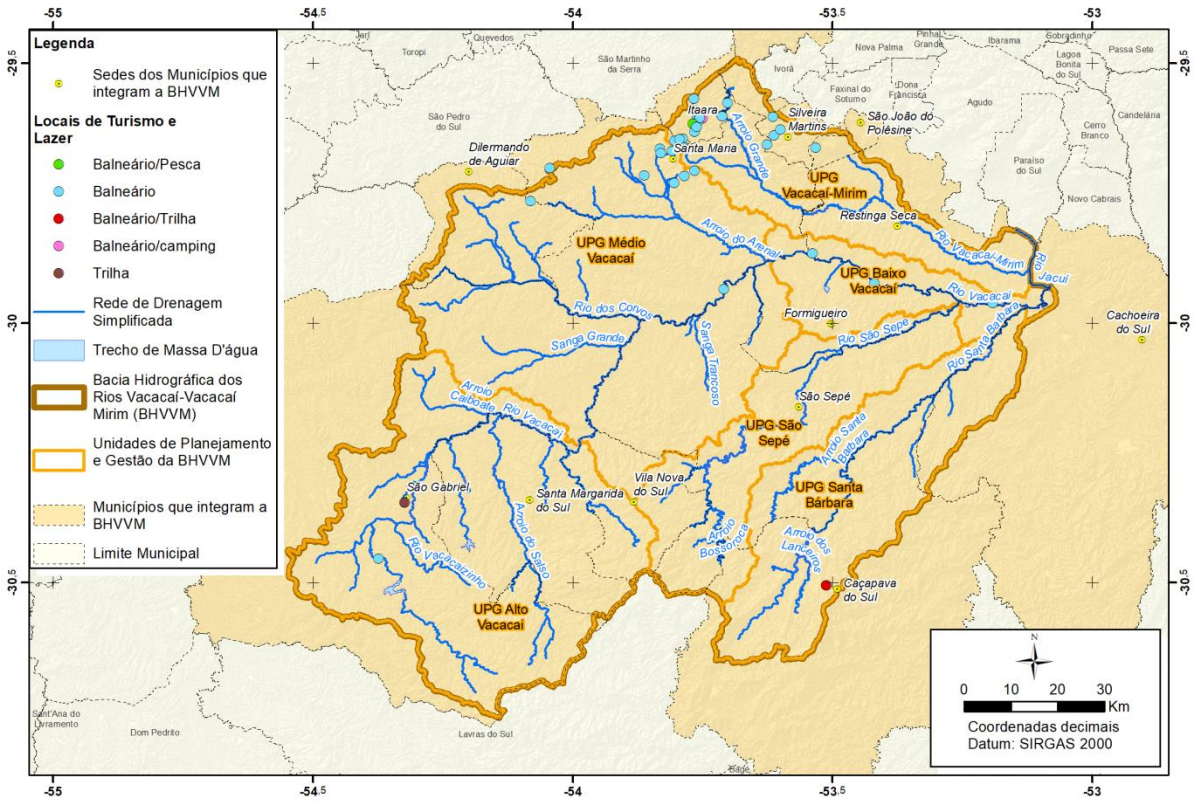


Figura 37: Locais de turismo e lazer identificados na BHVVM

2.12.8 Navegação

A navegação não é uma atividade expressiva na Bacia do Vacacaí Vacacaí-Mirim, tendo pequenas embarcações utilizadas na atividade pesqueira e também embarcações que transportam material dragado (areia) da região. Foi mapeada a existência de uma balsa na região (Balsa do São Lourenço), conforme mostra a Figura 38, no rio Jacuí, que liga internamente o município Cachoeira do Sul, porém a mesma está localizada fora dos limites da BHVVM (coordenadas: -30,0092; -53,0151). Segundo relatos, por vezes a balsa é interrompida por eventos de enchente na região[170].



Figura 38: Balsa de São Lourenço, no rio Jacuí, no município de Cachoeira do Sul, nas proximidades da BHVVM[170]

2.12.9 Geração de energia

A matriz de geração de energia no Rio Grande do Sul é bastante diversificada correspondendo a 57,3% a hidreletricidade (UHEs – Usinas Hidreletricas, PCHs – Pequenas Centrais Hidrelétricas e CGHs – Centrais Geradoras Hidrelétricas); 24,0% correspondem à termoeletricidade (UTEs – Usinas Termelétricas movidas a combustível fóssil ou biomassa); 18,5% a energia eólica e 0,0005% de energia solar[171].

O rastreamento da geração de energia foi desenvolvido por meio de pesquisa em diferentes fontes. Dentre elas o site da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e também através dos processos de Outorga de Uso da Água, da DIOUT da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Infraestrutura. A geração de energia na bacia do Vacacaí Vacacaí-Mirim é composta basicamente por usinas termelétricas conforme o Quadro 44. Não foram identificados aproveitamentos hidrelétricos na bacia.

[170] https://ocorreio.com.br/2019/07/31/balsa-do-sao-lourenco-volta-a-operar/

[171] RIO GRANDE DO SUL. Atlas Socieconômico do Rio Grande do Sul. Geração e Transmissão de Energia Elétrica. Disponível:<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/geracao-e-transmisao-de-energia>. Acesso em: 28/05/2020.

Quadro 44: Pontos de geração de energia na Bacia Vacacaí Vacacaí-Mirim.

Município	Nome do Empreendimento	Nome do Empreendedor	Tipo	Origem	Potência (MW)
Santa Maria	Walmart Santa Maria	Wal Mart do Brasil Ltda	UTE	Fóssil	1,00
Santa Maria	Santa Maria - 1	Claro S.A.	UTE	Fóssil	0,64
Santa Maria	SEST/SENAT	SENAT Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte	UTE	Fóssil	0,13
Santa Maria	Organização Santamariense	Organização Santamariense de Hotéis S.A.	UTE	Fóssil	0,35
Santa Maria	SMA-AN	Claro S.A.	UTE	Fóssil	0,10
Santa Maria	Atacadão SA Santa Maria	Atacadão S.A.	UTE	Fóssil	0,80
São Gabriel	Marfrig São Gabriel RS	Marfrig Alimentos S.A	UTE	Fóssil	0,02
São Gabriel	Marfrig	Marfrig Alimentos S.A.	UTE	Fóssil	1,82
São Gabriel	Urbano São Gabriel	Urbano Agroindustrial Ltda	UTE	Biomassa	2,22
São Sepé	São Sepé	Sepé Geração de Energia Ltda	UTE	Biomassa	8,00

Referente ao uso da água para estas intervenções foi identificado, junto ao Sistema de Outorga do RS (SIOUT RS), o registro da intervenção composta por barramento e bombeamento para a Termoelétrica São Sepé. As demais, ou não possuem intervenções em recursos hídricos, ou não possuem registro pelo uso da água.

2.13 Saneamento básico

2.13.1 Abastecimento de Água Potável

A fim de caracterizar os municípios da bacia quanto ao abastecimento de água potável, foram utilizados dados do Atlas de Abastecimento Urbano de Água, em elaboração pela ANA (ano de referência 2020) e dados do SNIS (ano de referência 2018), além de consulta ao SIOUT RS, aos processos físicos da DIOUT, aos PMSBs, ao banco de licenciamentos da FEPAM, e também informações recebidas do Comitê de Bacias e Prefeituras.

A partir da coleta de dados primários, realizada junto aos prestadores de serviços na área do saneamento básico, o SNIS consiste em uma das principais fontes de informação do setor. Com base nestas informações define-se uma série de indicadores, dentre estes os percentuais de atendimento de água registrados nos municípios que integram a bacia (Quadro 45).

Quadro 45: Prestador de serviço e índices de atendimento total e urbano para abastecimento de água nos municípios da BHVVM

Município	Prestador do Serviço	Índice de atendimento total	Índice de atendimento urbano
Caçapava do Sul	CORSAN	75,4%	100%
Cachoeira do Sul	CORSAN	86,6%	100%
Dilermando de Aguiar	CORSAN	32,4%	100%
Formigueiro	CORSAN	39,5%	100%
Itaara	CORSAN	79,2%	100%
Júlio de Castilhos	CORSAN	82,3%	100%

Município	Prestador do Serviço	Índice de atendimento total	Índice de atendimento urbano
Restinga Sêca	CORSAN	56,7%	100%
Santa Margarida do Sul	CORSAN	22,3%	95,0%
Santa Maria	CORSAN	95,1%	100%
São Gabriel	São Gabriel Saneamento S.A	89,0%	100%
São João do Polêsine	Distribuidora de Água São João	53,9%	100%
São Sepé	CORSAN	79,1%	100%
Silveira Martins	CORSAN	44,7%	100%
Vila Nova do Sul	CORSAN	52,0%	100%
Média dos municípios		**63,4%**	**99,6%**

O índice de atendimento de água tem como base a população atendida pelo prestador do serviço de abastecimento em uma dada região e a sua respectiva população de referência registrada pelo IBGE. O índice de atendimento médio total registrado na bacia (63,4%) é inferior à média nacional que é de 83,3%, já o atendimento médio urbano é superior (99,6%) à média nacional que é de 93,1%[172].

O Gráfico 21 evidencia os índices associados a cada município. Nota-se que os municípios com maior índice de atendimento total são Cachoeira do Sul, Júlio de Castilhos, Santa Maria e São Gabriel, ao passo que os municípios de Dilermando de Aguiar, Formigueiro e Santa Margarida do Sul possuem os menores índices. No entanto é importante ressaltar que estes três últimos municípios são predominantemente rurais, fazendo com que o índice total seja menor em comparação aos quatro de maiores índices, que são predominantemente urbanos, já que o índice de atendimento urbano é 100% em praticamente todos os municípios.

Em síntese, ao verificar-se o atendimento de 100% das áreas urbanas dos municípios da Bacia, é possível pressupor que a população não atendida pelo abastecimento de água é resultante de aglomerados não urbanos.

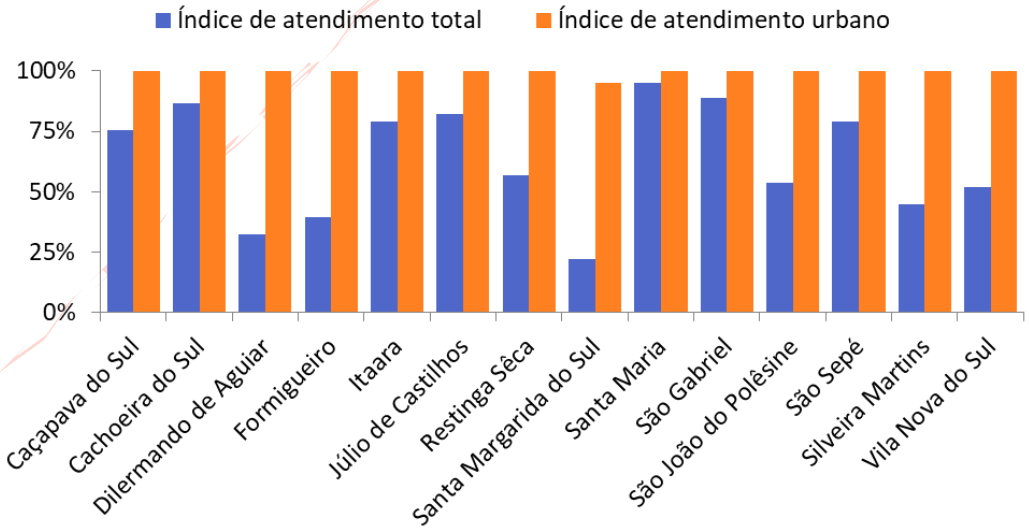


Gráfico 21: Índices de atendimento de água nos municípios da Bacia

[172] BRASIL; MINISTÉRIO DAS CIDADES (MCIDADES). Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, 2015.

Visando complementar a caracterização do abastecimento de água registrado na bacia, o Quadro 46 apresenta o consumo médio *per capita*, a tarifa média de água e os índices de hidrometração e perdas na distribuição em cada um dos municípios. Verifica-se que os municípios da Bacia possuem sistemas com hidrometração que atendem integralmente, ou quase, as ligações ativas de água. Em relação à tarifa de água, a média dos municípios é de R$8,37, sendo que as menores tarifas estão em São João do Polêsine e São Gabriel, municípios estes que possuem prestadores dos serviços distintos dos demais.

Quadro 46: Consumo médio per capita, a tarifa média de água e os índices de hidrometração e perdas na distribuição nos municípios da BHVVM

Município	Uso médio *per capita* (l/hab.dia)	Índice de hidrometração	Índice de perdas na distribuição	Tarifa média (R$/m³)
Caçapava do Sul	121,1	100%	37,7%	R$8,92
Cachoeira do Sul	134,2	100%	39,7%	R$7,93
Dilermando de Aguiar	103,0	100%	31,4%	R$9,18
Formigueiro	149,4	100%	36,7%	R$8,65
Itaara	136,7	99,9%	36,6%	R$9,05
Júlio de Castilhos	122,6	100%	31,7%	R$8,34
Restinga Sêca	126,9	100%	33,7%	R$8,79
Santa Margarida do Sul	113,6	100%	8,3%	R$9,09
Santa Maria	127,0	99,8%	51,8%	R$8,44
São Gabriel	131,3	100%	31,0%	R$6,72
São João do Polêsine	109,8	84,7%	21,4%	R$4,58
São Sepé	116,3	100%	39,7%	R$8,73
Silveira Martins	163,5	100%	50,6%	R$9,07
Vila Nova do Sul	94,9	100%	10,6%	R$9,69
Média dos Municípios	**125,0**	**98,9%**	**32,9%**	**R$8,37**

O consumo médio *per capita* da bacia é de 125 l/hab.dia, valor este abaixo da média do Estado (159 l/hab.dia) e também da média nacional (154 l/hab.dia). Associado ao índice de perdas na distribuição, o Gráfico 22 apresenta o consumo médio *per capita* por município. De maneira geral observa-se que as menores perdas na distribuição acompanham os menores consumos, como é o caso de Vila Nova do Sul. Verifica-se também que a média dos municípios (32,9%) está abaixo da média nacional de 36,7%, contudo, em torno de 50% do volume de água disponibilizado pelos sistemas de abastecimento de Santa Maria e Silveira Martins não foi contabilizado como volume utilizado pelos consumidores, seja por vazamento, falhas nos sistemas ou ligações clandestinas. As perdas físicas de água na distribuição são inerentes a qualquer sistema de abastecimento, logo é essencial que seja desenvolvido um gerenciamento apropriado em prol da minimização destas perdas, as quais representam desperdício de recursos naturais, operacionais e de receitas.

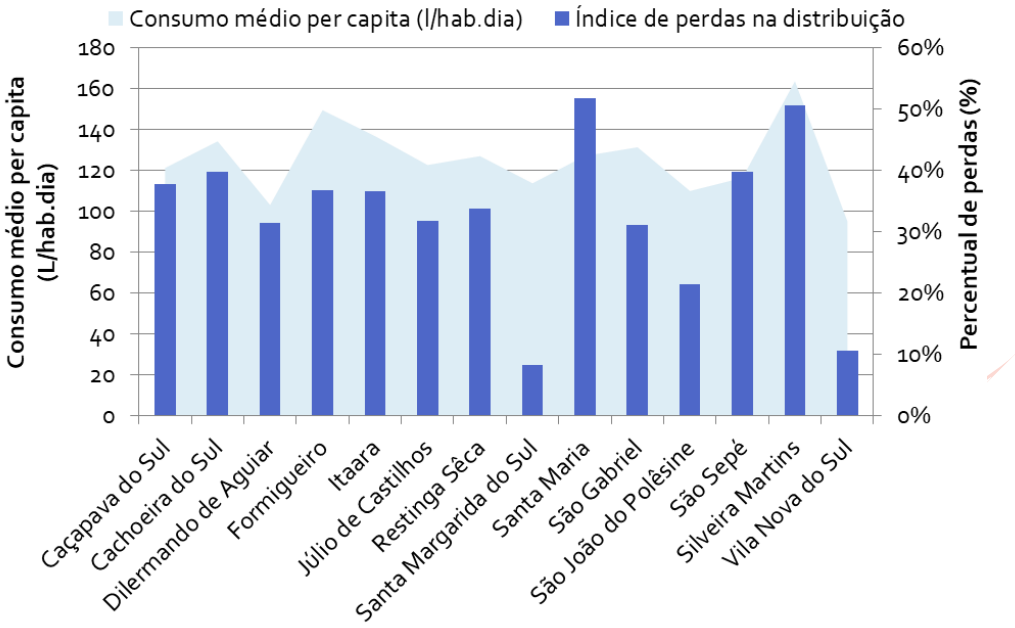


Gráfico 22: Consumos médios *per capita* e perdas na distribuição de água registrados nos municípios da Bacia

Por meio de pesquisa realizada no SIOUT RS e em consulta aos municípios e concessionárias, foi possível identificar as fontes que abastecem os municípios com água para consumo humano. Para cada fonte de captação identificada no município foi pesquisada sua localização, a existência de cadastro ou portaria no SIOUT RS, a região do município que é abastecida e se a captação é realizada dentro da Bacia, além do responsável pela intervenção. Estes dados são apresentados no Quadro 47 e na Figura 39. É importante destacar que o objetivo deste diagnóstico é identificar apenas os Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) geridos pelas concessionárias e prefeituras, o que não incluem Soluções Alternativas Individuais de abastecimento de água (SAI), solução estas que atendem a um único domicílio, ou Soluções Alternativas Coletivas (SAC) geridas por outros entes que não prefeituras e concessionárias.

Entende-se por SAI a modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atenda domicílios residenciais com uma única família e SAC a modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição[173].

[173] MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe Sobre Os Procedimentos de Controle e de Vigilância da Qualidade da Água Para Consumo Humano e Seu Padrão de Potabilidade. Brasil.

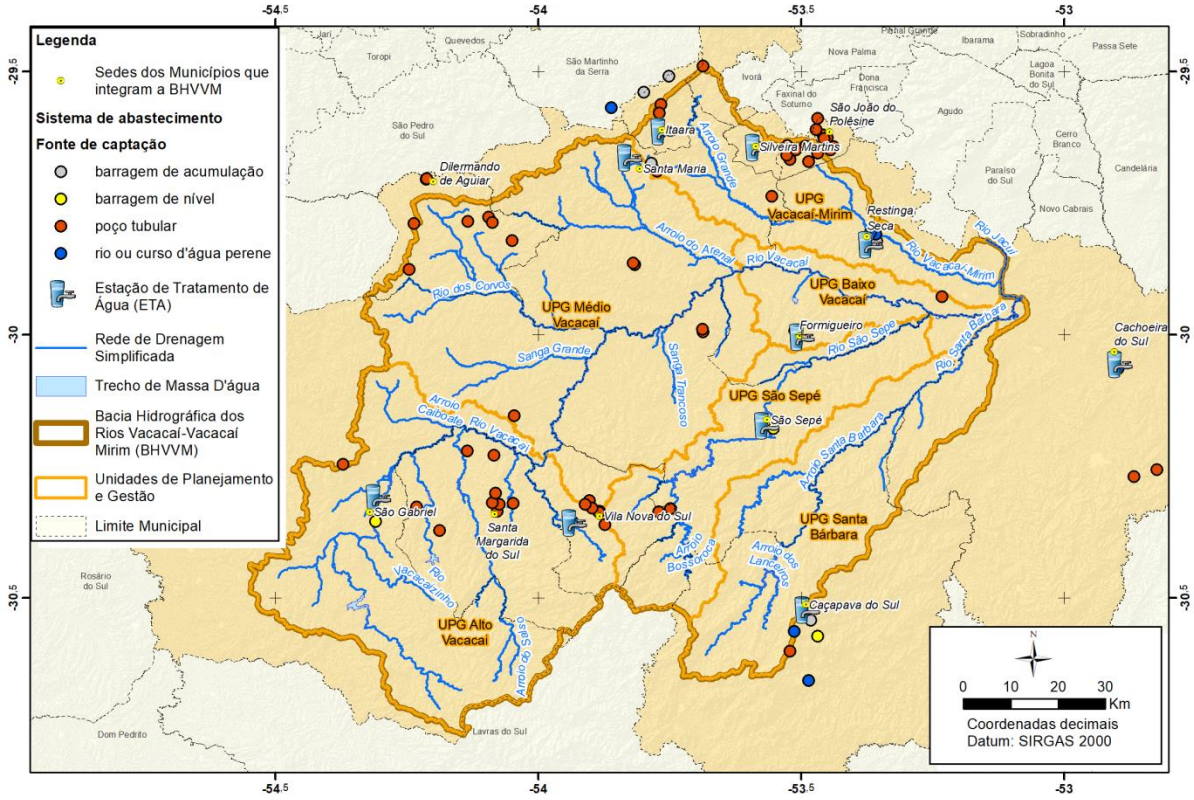


Figura 39: Sistema de Abastecimento de Água nos municípios da Bacia

Conforme os dados apresentados, seis são os municípios que abastecem suas sedes exclusivamente através de barragens (de nível ou de acumulação), um abastece sua sede através de captação direta no rio (Cachoeira do Sul), um abastece utilizando barragens e captação direta (Santa Maria), quatro abastecem utilizando exclusivamente poços tubulares e os demais municípios possuem sistemas combinados de barragem e poço tubular ou rio e poço tubular. Em relação aos distritos e localidades rurais, a maioria dos municípios possui poços mantidos pelas prefeituras e/ou concessionárias ou ainda cada munícipio possui seu próprio poço.

Dos municípios que possuem captações superficiais (barragem ou captação direta de rio ou curso d'água) os que utilizam água da Bacia são Formigueiro, Itaara, Restinga Sêca, Santa Maria (apenas a Barragem do DNOS), São Gabriel, São Sepé, Silveira Martins e Vila Nova do Sul. Ressalta-se que Restinga Sêca possui dois pontos de captação emergencial no rio Vacacaí-Mirim além de sua captação usual que é a Barragem Sanga Santa Gertrudes. Ainda, destaca-se o abastecimento de Santa Maria que conta com a Barragem do DNOS e com a Barragem Costa e Silva, também conhecida como Val da Serra, que envia por gravidade a água para a Barragem Saturnino de Brito que então transpõe a água para dentro da Bacia por uma adutora, chegando até a Estação de Tratamento de Água de Santa Maria. Estas duas últimas barragens pertencem a Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí. Além disso existe uma captação direta no Rio Ibicuí-Mirim que também transpõe água para a ETA do município.

Quadro 47: Captações superficiais e subterrâneas nos municípios da Bacia

Município	Responsável	Fonte captação	Nome	Coordenadas (lat., long.)		nº cadastro SIOUT RS ou Portaria	Região abastecida	Capta água na Bacia?
Caçapava do Sul	CORSAN	barragem de acumulação	Barragem Fonte do Mato	-30,5425	-53,4819	2017/001.581	sede	Não
	CORSAN	barragem de nível	Barragem Arroio do Salso	-30,5730	-53,4681	2017/001.579	sede	Não
	CORSAN	barragem de acumulação	Barragem Minas do Camaquã	-30,8961	-53,4337	2017/016.009	Minas do Camaquã	Não
	Prefeitura	rio ou curso d'água perene	-	-30,5634	-53,5136	Portaria 1124/09	S/I	Não
	Prefeitura	rio ou curso d'água perene	-	-30,6572	-53,4855	Portaria 0255/10	S/I	Não
	Prefeitura	poço tubular	P1	-30,6014	-53,5214	2018/017.400	Coxilha São José	-
Distritos Bom Jardim, Carajá Ceival, Cerro dos Martins, Forninho e Santa Bárbara são atendidos por SAI								
Cachoeira do Sul	CORSAN	rio ou curso d'água perene	Rio Jacuí	-30,0647	-52,8981	2018/019.062	sede	Não
	CORSAN	poço tubular	COR CDS PQR 02	-30,2560	-52,8231	2020/007.102	Vila Piquiri	-
	CORSAN	poço tubular	COR CDS VLV 02[1]	-30,2694	-52,8674	2020/001.816	Vila Vargas	-
Distritos Ferreira, Três Vendas, Bosque, Barro Vermelho, Capané e Cordilheira são atendidos por SAI								
Dilermando de Aguiar	CORSAN	poço tubular	COR DIL 05	-29,7046	-54,2127	2018/033.588	sede	-
	CORSAN	poço tubular	COR DIL 02B	-29,7031	-54,2116	2018/033.147	sede	-
	Prefeitura	poço tubular	P2	-29,7888	-54,2361	Portaria 0312/2017	Rincão do Pinheiro	-
	Prefeitura	poço tubular	P3	-29,8761	-54,2458	Portaria 0312/2018	Campo da Pedra	-
	Prefeitura	poço tubular	P4	-29,7766	-54,0947	Portaria 0312/2019	Picada do Gama	-
	Prefeitura	poço tubular	P5[1]	-29,7871	-54,0869	2020/005.387	Picada do Gama	-
	Prefeitura	poço tubular	P6[1]	-29,7848	-54,1342	2020/005.388	São José da Porteirinha	-
	Prefeitura	poço tubular	P7[1]	-29,8209	-54,0492	2020/005.382	Alto da Boa Vista	-
Formigueiro	CORSAN	barragem de acumulação	Barragem Arroio Matias	-29,9927	-53,5119	2018/018.341	sede e localidades	Sim
Itaara	CORSAN	barragem de acumulação	Barragem Lago da SOCEPE	-29,6158	-53,7678	2018/010.419	sede	Sim
	CORSAN	poço tubular	COR IAA 03	-29,5629	-53,7669	2018/010.932	sede	-
	CORSAN	poço tubular	COR IAA 01	-29,5792	-53,7700	2018/010.929	sede	-
Júlio de Castilhos	CORSAN	poço tubular	COR JCA 45A	-29,2289	-53,6896	2019/006.023	sede	-
	CORSAN	poço tubular	COR JCA 35	-29,2262	-53,6869	2019/006.013	sede	-
	CORSAN	poço tubular	COR JCA 31	-29,2358	-53,6891	2019/006.012	sede	-

Município	Responsável	Fonte captação	Nome	Coordenadas (lat., long.)		nº cadastro SIOUT RS ou Portaria	Região abastecida	Capta água na Bacia?
	CORSAN	poço tubular	COR JCA 26	-29,2416	-53,6840	2019/006.011	sede	-
	CORSAN	poço tubular	COR JCA 25	-29,2246	-53,7000	2019/005.992	sede	-
	CORSAN	poço tubular	COR JCA 22	-29,2136	-53,6827	2019/005.989	sede	-
	CORSAN	poço tubular	COR JCA 17	-29,2167	-53,6821	2019/005.985	sede	-
	CORSAN	poço tubular	COR JCA 11	-29,2201	-53,6786	2019/005.980	sede	-
	CORSAN	poço tubular	COR JCA 07A	-29,2196	-53,6821	2019/005.973	sede	-
	CORSAN	poço tubular	COR JCA 05A	-29,2242	-53,6810	2019/005.968	sede	-
	CORSAN	poço tubular	COR JCA 48[1]	-29,2101	-53,6829	2019/024.041	sede	-
	CORSAN	poço tubular	COR JCA 46[1]	-29,2377	-53,6825	2019/024.028	sede	-
	CORSAN	poço tubular	COR JCA 47[1]	-29,2433	-53,6973	2019/024.025	sede	-
	CORSAN	poço tubular	COR JCA 43	-29,2411	-53,6808	2019/006.017	Vila Tancredo Neves	-
	CORSAN	poço tubular	COR JCA 41	-29,2021	-53,6870	2019/006.016	Vila Industrial	-
	Prefeitura	poço tubular	P8	-29,1558	-53,7431	2018/031.998	Localidade do aeroporto	-
	Prefeitura	poço tubular	P9	-29,4894	-53,6867	2018/031.994	Val da Serra	-
			Distritos São João dos Mellos e Três Mártires são atendidos por SAI					
Restinga Sêca	CORSAN	barragem de acumulação	Barragem Sanga Santa Gertrudes	-29,8236	-53,3556	2019/025.557	sede	Sim
	CORSAN	rio ou curso d'água perene	Rio Vacacaí-Mirim[2]	-29,8086	-53,3575	Portaria 0604/2020	sede	Sim
	CORSAN	rio ou curso d'água perene	Rio Vacacaí-Mirim[2]	-29,8059	-53,3681	Portaria 0506/2020	sede	Sim
	Prefeitura	poço tubular	P10	-29,9275	-53,2319	Portaria 1087/2014	Bom Retiro	-
Santa Margarida do Sul	CORSAN	poço tubular	COR SMS 04	-30,3355	-54,0775	2018/015.451	sede	-
	CORSAN	poço tubular	COR SMS 05	-30,3221	-54,0738	2018/015.455	Distrito Barro Vermelho	-
	Prefeitura	poço tubular	P11	-30,3193	-54,0871	portaria não localizada	Distrito Barro Vermelho/Areal	-
	Prefeitura	poço tubular	P12	-30,2204	-54,1348	2016/025.422[3]	Distrito Bolso	-
	Prefeitura	poço tubular	P13	-30,3269	-54,2312	2016/025.137[3]	Distrito Bolso (Real)	-
	Prefeitura	poço tubular	P14	-30,3720	-54,1880	2016/025.471[3]	Distrito Canas	-

Município	Responsável	Fonte captação	Nome	Coordenadas (lat., long.)		nº cadastro SIOUT RS ou Portaria	Região abastecida	Capta água na Bacia?
	Prefeitura	poço tubular	P15	-30,3203	-54,0478	2017/003.737[3]	Distrito Cambaizinho	-
	Prefeitura	poço tubular	P16	-30,3006	-54,0811	2016/025.621[3]	Santa Margarida	-
	Prefeitura	poço tubular	P17	-30,1542	-54,0453	portaria não localizada	Lajeado	-
	Prefeitura	poço tubular	P18	-30,2286	-54,0836	portaria não localizada	Mangueirão	-
Santa Maria	CORSAN	barragem de acumulação	Barragem DNOS Santa Maria	-29,6738	-53,7854	Outorga ANA 187/2021	sede e Distritos Arroio Grande, Arroio do Só (Alto dos Marios), Santo Antão (em partes)	Sim
	CORSAN	barragem de acumulação	Barragem Rodolfo Costa e Silva	-29,5225	-53,7746	Portaria 0032/2019		Não[5]
	CORSAN	barragem de acumulação	Barragem Saturnino de Brito	-29,5394	-53,7991	Portaria 1229/2018		Não[6]
	CORSAN	rio ou curso d'água perene	Rio Ibicuí-Mirim	-29,5682	-53,8613	Portaria 0137/2014		Não
	CORSAN	poço tubular	COR SMA 01	-29,6894	-53,7738	2018/008.511	Vila Bilibiu	-
	CORSAN	poço tubular	COR SMA ARS 03	-29,7365	-53,5558	2019/019.067	Distrito Arroio do Só	-
	CORSAN	poço tubular	COR SMA FLO 03	-29,8665	-53,8165	2018/030.929	Distrito Santa Flora	-
	CORSAN	poço tubular	COR SMA FLO 01[4]	-29,8641	-53,8192	2018/030.922	Distrito Santa Flora	-
	Prefeitura	poço tubular	-	S/I	S/I	portaria não localizada	Distrito Pains	-
	Os Distritos Boca do Monte, Palma, Passo do Verde, Santo Antão e São Valentim são atendidos por SAI e/ou SAC de Associações de Moradores							
São Gabriel	São Gabriel Saneamento S.A.	barragem de nível	Barragem no Rio Vacacaí	-30,3541	-54,3094	Portaria 0363/2019	sede e núcleo urbano Santa Clara	Sim
	Prefeitura	poço tubular	P19	-30,2464	-54,3711	2019/022.182	Distrito Tiarajú	-
	Distritos Azevedo Sodré, Batovi, Catuçaba, Cerro do Ouro, Suspiro e Vacacaí são atendidos por SAI							
São João do Polêsine	Prefeitura	poço tubular	P20	-29,6422	-53,4386	2018/033.765	Vila Ceolin (Linha Bonita)	-
	Prefeitura	poço tubular	P21	-29,6207	-53,4589	2020/013.399	Vila Nova São Lucas	-
	Prefeitura	poço tubular	P22	-29,6258	-53,4504	2020/013.406	área industrial (Horto municipal)	-

Município	Responsável	Fonte captação	Nome	Coordenadas (lat., long.)		nº cadastro SIOUT RS ou Portaria	Região abastecida	Capta água na Bacia?
	Prefeitura	poço tubular	P23	-29,6277	-53,4561	2020/013.219	Linha Bom Fim	-
	Prefeitura	poço tubular	P24	-29,5891	-53,4681	2020/013.410	Linha da Lagoa	-
	Prefeitura	poço tubular	P25	-29,6107	-53,4720	2020/013.313	Linha do Monte	-
	Prefeitura	poço tubular	P26	-29,6710	-53,4856	2020/013.325	Linha da Glória	-
	Prefeitura	poço tubular	P27	-29,6486	-53,4444	2020/013.408	Linha São Franscisco	-
	Prefeitura	poço tubular	P28	-29,6544	-53,4685	2020/013.409	Ribeirão	-
	Prefeitura	poço tubular	P29	-29,6670	-53,5214	2020/013.403	Distrito Vale Vêneto (Caravel)	-
	Prefeitura	poço tubular	P30	-29,6585	-53,5278	2020/013.397	Distrito Vale Vêneto (São Valentim)	-
	Prefeitura	poço tubular	P31	-29,6419	-53,4917	2020/013.318	Distrito Vale Vêneto (Linha Santana)	-
	Prefeitura	poço tubular	P32	-29,6406	-53,5261	2018/033.764	Distrito Vale Vêneto (Linha Um)	-
	Prefeitura	poço tubular	P33	-29,6488	-53,5104	2020/013.330	Distrito Vale Vêneto (Linha Duas)	-
			Distrito Recanto Maestro é atendido por SAI					
São Sepé	CORSAN	barragem de nível	Barragem no Rio São Sepé	-30,1781	-53,5528	Portaria 0187/2020	sede	Sim
	CORSAN	poço tubular	COR SSP VBL 03	-29,9944	-53,6864	2019/023.249	Distrito Vila Block	-
	CORSAN	poço tubular	COR SSP VBL 01	-29,9897	-53,6874	2019/023.248	Distrito Vila Block	-
			Distritos Cerrito do Ouro, Jazidas e Tupanci atendidos por SAI					
Silveira Martins	CORSAN	barragem de acumulação	Barragem Dala Corte	-29,6402	-53,5863	2019/015.244	sede e localidades	Sim
Vila Nova do Sul	CORSAN	rio ou curso d'água perene	Arroio Cambai	-30,3544	-53,9347	2018/007.481	sede	Sim
	CORSAN	poço tubular	COR VNS 08	-30,3362	-53,8843	2019/018.906	sede	-
	CORSAN	poço tubular	COR VNS 02	-30,3353	-53,8835	2019/018.904	sede	-
	CORSAN	poço tubular	COR VNS 01	-30,3372	-53,8839	2019/018.901	sede	-
	CORSAN	poço tubular	Três Passos[1]	-30,3152	-53,9022	2020/001.433	sede	-

Município	Responsável	Fonte captação	Nome	Coordenadas (lat., long.)		nº cadastro SIOUT RS ou Portaria	Região abastecida	Capta água na Bacia?
	CORSAN	poço tubular	Cerca de Pedra[1]	-30,3610	-53,8728	2020/001.426	sede	-
	CORSAN	poço tubular	COR VNS STZ 01	-30,3289	-53,8980	2019/018.912	Santa Terezinha	-
	Prefeitura	poço tubular	P34	-30,3219	-53,9111	2018/014.635	Santa Terezinha	-
	Prefeitura	poço tubular	P35	-30,3303	-53,7484	2019/001.509	Passo dos Leites	-
	Prefeitura	poço tubular	P36	-30,3363	-53,7704	2019/001.500	Passo dos Leites	-

SAI: Solução Alternativa Individual; SAC: Solução Alternativa Coletiva; S/I: sem informação; [1]poços em processo de implantação; [2]captações emergenciais; [3]autorizações prévias vencidas; [4] reserva técnica; [5] Barragem Rodolfo Costa e Silva envia água por gravidade para a Barragem Saturnino de Brito; [6] Barragem Saturnino de Brito faz transposição da água para dentro da Bacia

Por fim, estão identificadas no Quadro 48 as estações de tratamento de água (ETAs) dos municípios da Bacia, sendo que Dilermando de Aguiar, Júlio de Castilhos, Santa Margarida do Sul e São João do Polêsine possuem casas de química para fazer a cloração e/ou fluoretação da água, já que são abastecidos integralmente por poços tubulares, não sendo necessária uma estação de tratamento de água propriamente dita. Além da identificação das estações, podem ser verificadas a sua localização, o corpo de captação e o status dos licenciamentos ambientais. Na Figura 39 estão localizadas as ETAs na Bacia.

Quadro 48: Estações de Tratamento de Água nos municípios da Bacia

Município	Município possui ETA?	Nome da ETA	Coordenadas (lat., long.)		Responsável	Status do licenciamento	Corpo de captação
Caçapava do Sul	sim	ETA Caçapava	-30,5199	-53,4917	CORSAN	Licença de Operação	Barragem Arroio do Salso
		ETA Minas	-30,9001	-53,4350	CORSAN	Licença de Operação	Barragem Minas do Camaquã
Cachoeira do Sul	sim	ETA Cachoeira	-30,0538	-52,8974	CORSAN	Licença de Operação	Rio Jacuí
Dilermando de Aguiar	abastecido por poço, possui casa de química	Casa Química Dilermando	S/I	S/I	CORSAN	isento de licença pela FEPAM	poços
Formigueiro	sim	ETA Formigueiro	-30,0021	-53,5023	CORSAN	Licença de Operação	Barragem Arroio Matias
Itaara	sim	ETA Itaara	-29,6111	-53,7661	CORSAN	Licença de Operação	Barragem Lago da SOCEPE
Júlio de Castilhos	abastecido por poço, possui casa de química	Casa Química Júlio	S/I	S/I	CORSAN	isento de licença pela FEPAM	poços
Restiga Sêca	sim	ETA Restinga	-29,8265	-53,3713	CORSAN	Licença de Operação	Barragem Sanga Santa Gertrudes
Santa Margarida do Sul	abastecido por poço, possui casa de química	Casa Química Margarida	S/I	S/I	CORSAN	isento de licença pela FEPAM	poços
Santa Maria	sim	ETA Santa Maria	-29,6612	-53,8297	CORSAN	Licença de Operação e Licença de Ampliação[1]	Barragem do DNOS
							Barragem Rodolfo Costa e Silva
							Barragem Saturnino de Brito
							Rio Ibicuí Mirim
São Gabriel	sim	ETA São Gabriel	-30,3064	-54,3069	São Gabriel Saneamento S.A.	Licença de Operação	Barragem no Rio Vacacaí
São João do Polêsine	abastecido por poço, possui casa de química	Casa Química Polêsine	S/I	S/I	Prefeitura	isento de licença pela FEPAM	poços
São Sepé	sim	ETA São Sepé	-30,1699	-53,5693	CORSAN	Licença de Operação (pedido renovação) e Licença de Instalação	Barragem no Rio São Sepé
Silveira Martins	sim	ETA Silveira	-29,6411	-53,5862	CORSAN	Licença de Operação	Barragem Dala Corte
Vila Nova do Sul	sim	ETA Vila Nova	-30,3544	-53,9347	CORSAN	Licença de Operação	Arroio Cambaí

S/I: sem informação; [1]Coordenadas geográficas das licenças ambientais não correspondem à localização da ETA Santa Maria do Plano de Saneamento Ambiental de Santa Maria

2.13.2 *Esgotamento Sanitário*

A gestão integrada dos recursos hídricos busca constantemente a conservação de mananciais em prol do atendimento a demanda necessária em quantidade e qualidade registradas em uma determinada região hidrográfica. Sendo assim, o lançamento de efluentes sanitários e cargas difusas de poluição podem comprometer a qualidade da água bruta e contribuir para a inviabilização do uso de mananciais superficiais. Com o objetivo de caracterizar os municípios da bacia quanto ao esgotamento sanitário, foram utilizados dados do Atlas de Esgoto da ANA (ano de referência 2013) e dados do SNIS (ano de referência 2018), além de consulta aos PMSBs e ao banco de licenciamentos da FEPAM.

Através das informações contidas no Atlas foi possível reconhecer, conforme o Quadro 49, a divisão do esgoto urbano gerado em cada município considerando suas diferentes formas de encaminhamento.

Quadro 49- Sistemas de esgotamento sanitário existentes nos municípios da Bacia

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	
COM COLETA	COM COLETA E COM TRATAMENTO
	COM COLETA E SEM TRATAMENTO
SEM COLETA	SOLUÇÃO INDIVIDUAL (fossa séptica)
	SEM COLETA E SEM TRATAMENTO (lançamento a céu aberto ou solução precária*)

* solução precária: sem coleta ou disposição em fossa negra

Estes dados são apresentados no Quadro 50. Na maioria dos municípios da Bacia o prestador de serviços de esgotamento sanitário é a CORSAN, com exceção do município de São Gabriel, no qual o serviço é prestado pela concessionária São Gabriel Saneamento, e dos municípios de Formigueiro, Itaara, São João do Polêsine e Vila Nova do Sul, nos quais a prefeitura presta diretamente o serviço.

Boa parte dos esgotos gerados nas sedes dos municípios, quase 40%, não são coletados e tampouco tratados, conforme o Gráfico 23. Em contrapartida, os municípios de Cachoeira do Sul, Santa Maria e São Gabriel possuem sistemas com coleta e tratamento, ainda que somente Santa Maria tenha uma porcentagem de atendimento considerável.

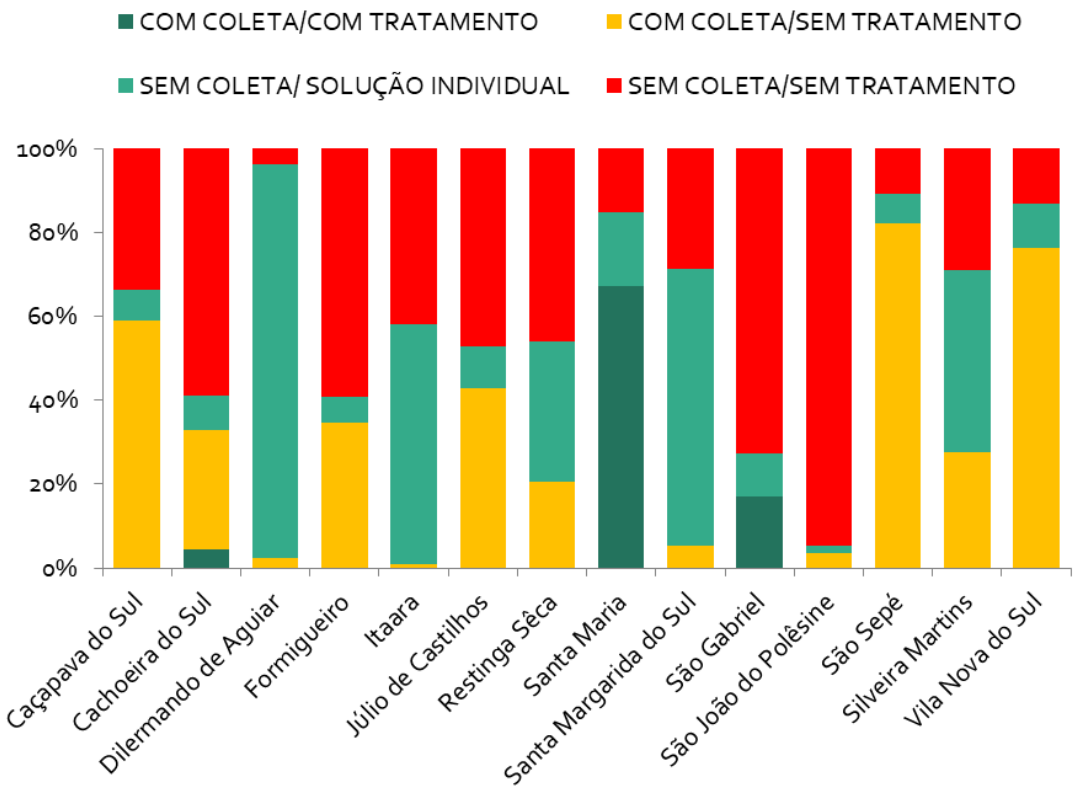


Gráfico 23: Composição do Sistema de Esgotamento Sanitário dos municípios da Bacia

Quadro 50: Composição dos sistemas de coleta e tratamento de efluentes sanitários dos municípios da Bacia do Vacacaí - Vacacaí-Mirim

Municípios	Lança efluentes na Bacia?	Prestador do serviço	Sistema de esgotamento sanitário (%)			
			Com coleta		Sem coleta	
			Com tratamento	Sem tratamento	Solução individual	Sem tratamento
Caçapava do Sul	Em partes*	CORSAN	0%	59,0%	7,3%	33,6%
Cachoeira do Sul	Não	CORSAN	4,4%	28,3%	8,3%	59,0%
Dilermando de Aguiar	Não	CORSAN	0%	2,3%	93,7%	3,9%
Formigueiro	Sim	Prefeitura	0%	34,7%	6,1%	59,2%
Itaara	Sim	Prefeitura	0%	1,0%	57,1%	41,9%
Júlio de Castilhos	Não	CORSAN	0%	42,9%	10,0%	47,1%
Restinga Sêca	Sim	CORSAN	0%	20,4%	33,4%	46,2%
Santa Maria	Sim	CORSAN	67,1%	0%	17,7%	15,2%
Santa Margarida do Sul	Sim	CORSAN	0%	5,4%	65,8%	28,8%
São Gabriel	Sim	São Gabriel Saneamento S.A.	17,0%	0%	10,3%	72,7%
São João do Polêsine	Não	Prefeitura	0%	3,6%	1,6%	94,8%
São Sepé	Sim	CORSAN	0%	82,2%	6,9%	10,8%
Silveira Martins	Sim	CORSAN	0%	27,6%	43,5%	29,0%
Vila Nova do Sul	Sim	Prefeitura	0%	76,1%	10,6%	13,3%
		Média dos municípios	**6,3%**	**27,4%**	**26,6%**	**39,7%**

*apenas a porção da mancha urbana que drena para o Arroio dos Lanceiros

Em consulta junto à FEPAM, de fato, estes são os municípios com Estações de Tratamento de Esgoto em operação, sendo que a ETE de Santa Maria está em processo de ampliação. No município de São Gabriel existe a ETE Siqueira que atende uma porção da sede do município e será instalada uma nova ETE para ampliar os serviços, e ainda uma ETE que atende a Vila Santa Clara. Já município de Caçapava do Sul está com licença para a instalação de uma futura ETE (Quadro 51). Na Figura 40 são apresentadas as ETEs inseridas na Bacia.

Quadro 51: Estações de Tratamento de Esgoto dos municípios da Bacia

Município	ETE	Responsável	Status do licenciamento	Coordenadas (lat., long.)		Destino dos efluentes	Lança efluente na Bacia?
Caçapava do Sul	ETE Caçapava	CORSAN	Licença de Instalação	-30,5430	-53,4807	Arroio Fonte do Mato	não
Cachoeira do Sul	ETE Cachoeira	CORSAN	Licença de Operação	-30,0517	-52,8737	Rio Jacuí	não
Santa Maria	ETE Lorenzi	CORSAN	Licença de Ampliação	-29,7258	-53,8180	Sanga Norte	sim
São Gabriel	ETE São Gabriel	São Gabriel Saneamento S.A	Licença de Instalação	-30,3079	-54,3039	Rio Vacacaí	sim
	ETE Siqueira	São Gabriel Saneamento S.A	Licença de Operação	-30,3342	-54,3077	Rio Vacacaí	sim
	ETE Santa Clara	Prefeitura	Licença de Operação	-30,3818	-54,3518	Rio Vacacaí	sim

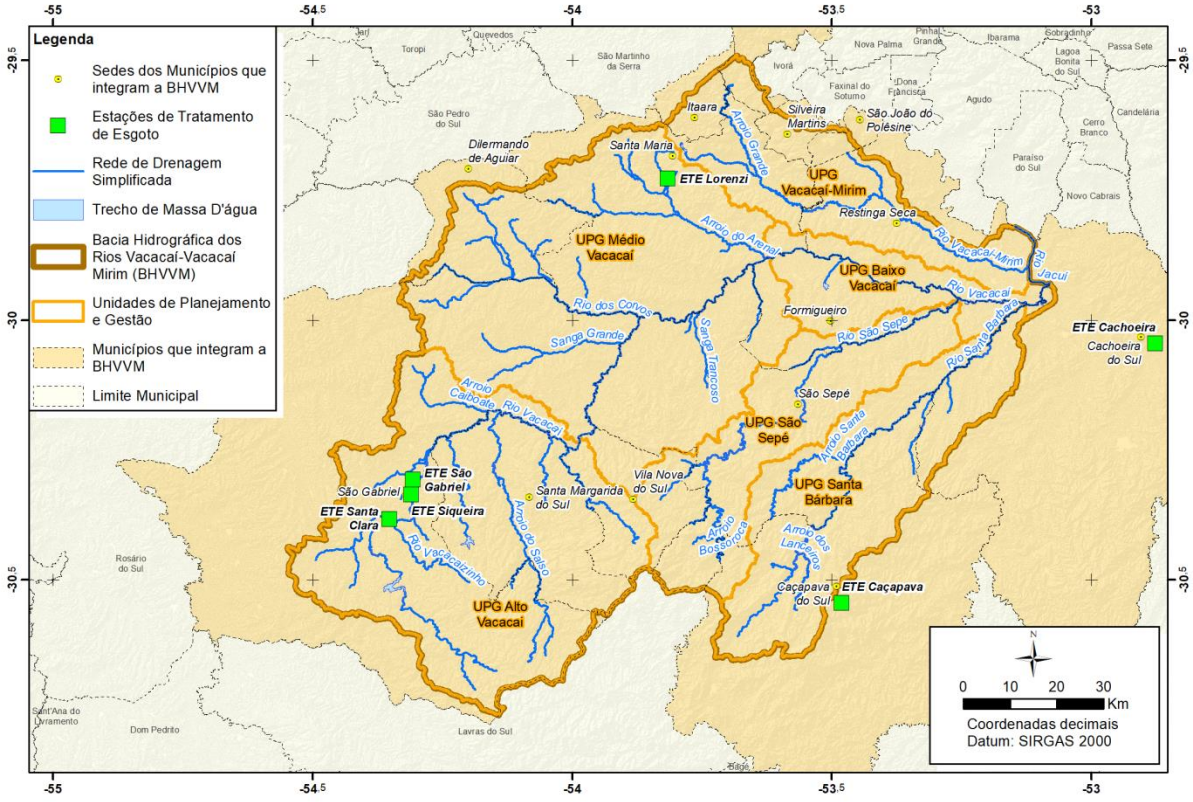


Figura 40: Localização das Estações de Tratamento de Esgoto na bacia hidrográfica

As soluções individuais somam 26,6% dos sistemas de esgotamento da Bacia, representando, juntamente com o sistema "com coleta e com tratamento", uma porcentagem de 33% de esgotos tratados na Bacia (Quadro 50). Ainda, aproximadamente 27% dos esgotos são coletados pelas redes distribuídas ao longo dos municípios, porém não recebem nenhum tipo de tratamento.

Dentre os 14 municípios que pertencem a Bacia, 10 deles lançam os efluentes de suas sedes em cursos hídricos dentro dos limites da mesma. Este número corrobora para a necessidade de garantir-se o adequado manejo dos efluentes gerados visando à conservação de seus mananciais. Os municípios que lançam seus efluentes fora da Bacia são Cachoeira do Sul, Dilermando de Aguiar, Júlio de Castilhos e São João do Polêsine. A sede de Caçapava do Sul localiza-se na divisa da Bacia do Vacacaí com a do Baixo Jacuí, drenando apenas uma porção de seus efluentes para a Bacia.

Assim como para o abastecimento humano, o SNIS também define uma série de indicadores para o esgotamento sanitário, dentre eles os índices de atendimento total e urbano dos municípios, além dos índices de coleta e tratamento e da tarifa média dos esgotos (Quadro 52).

Quadro 52: Tarifa média dos esgotos, índices de atendimento total e urbano e de coleta e tratamento de esgotos dos municípios da BHVVM

Município	Tarifa média (R$/m³)	Índice de coleta	Índice de tratamento	Índice de atendimento total	Índice de atendimento urbano
Caçapava do Sul	R$2,51	2,6%	0%	3,6%	4,8%
Cachoeira do Sul	R$3,64	26,0%	100%	28,4%	33,1%
Santa Maria	R$4,07	38,7%	100%	59,6%	62,7%
São Gabriel	R$3,59	19,5%	100%	17,4%	19,5%
São João do Polêsine	R$0,00	100%	0%	54,9%	100%
São Sepé	R$0,00	0%	0%	100%	100%
Vila Nova do Sul	R$0,00	0%	0%	26,2%	50,3%
Média dos municípios	**R$3,45**	**37%**	**60%**	**41,4%**	**52,9%**

Diferentemente dos dados de abastecimento, no qual todos os municípios da Bacia cadastraram seus dados no SNIS, os dados de esgotamento são mais escassos, sendo que apenas sete municípios possuem informações. Dentre estas informações e comparando-as com os dados do Atlas de Esgoto e demais dados, nem todas podem ser utilizadas fielmente para representar as características do esgotamento sanitário dos municípios.

De todo modo observa-se que dentre as tarifas, Caçapava do Sul possui o menor valor (R$ 2,51), já Santa Maria o maior (R$4,07). Dentre os municípios que realizam a coleta de seus esgotos, três deles tratam integralmente o que é coletado, são eles: Cachoeira do Sul, Santa Maria e São Gabriel. A média nacional é de 74%[174]. Tanto o atendimento médio total (41,4%) quanto o atendimento médio urbano (52,9%) dos municípios da Bacia é inferior às médias nacionais que são de 50,3% e 58% respectivamente.

2.13.3 Manejo de Resíduos Sólidos

Visando a caracterização dos municípios da bacia quanto ao manejo de resíduos sólidos, foram utilizados dados do SNIS (ano de referência 2018), dos PMSBs, do banco de licenciamentos da FEPAM e informações recebidas do Comitê de Bacias e Prefeituras.

Com base nos dados do SNIS, e complementações das demais fontes, é apresentado no Quadro 53 o panorama dos municípios.

[174] BRASIL; MINISTÉRIO DAS CIDADES (MCIDADES). Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, 2015. 2017.

Quadro 53: Manejo dos resíduos sólidos nos municípios da Bacia

Município	Taxa de cobertura regular de coleta de resíduos domiciliares em relação à população total do município	Taxa de cobertura regular de coleta de resíduos domiciliares em relação à população urbana	Existe coleta seletiva?	Município de destino dos resíduos sólidos urbanos
Caçapava do Sul	84,6%	100%	Sim	Santa Maria
Cachoeira do Sul	99,9%	100%	Sim	Minas do Leão
Dilermando de Aguiar	32,4%	100%	Não	Santa Maria
Formigueiro	69,5%	100%	Não	Santa Maria
Itaara	91,6%	100%	Não[1]	Santa Maria
Júlio de Castilhos	S/I	S/I	Não	Santa Maria
Restinga Sêca	100%	100%	Sim	Santa Maria
Santa Maria	100%	100%	Não[2]	Santa Maria
Santa Margarida do Sul	51,1%	100%	Não	São Gabriel
São Gabriel	S/I	S/I	Sim	São Gabriel
São João do Polêsine	85,9%	100%	Sim	Santa Maria
São Sepé	S/I	S/I	Sim	Santa Maria
Silveira Martins	44,5%	100%	Não	Santa Maria
Vila Nova do Sul	S/I	S/I	Sim	S/I

S/I: sem informação; [1]Existem Ecopontos de coleta seletiva; [2]Existe coleta seletiva apenas para domicílios

Em relação à população urbana, a taxa de coleta dos resíduos domiciliares atinge 100% para todos os municípios que possuem informação. Já em relação à população total, as taxas apresentam percentuais significativamente menores, em especial nos municípios de Dilermando de Aguiar, Formigueiro, Santa Margarida do Sul e Silveira Martins, municípios estes predominantemente rurais. O Gráfico 24 evidencia estas taxas de cobertura, sendo possível inferir que, de forma geral, a população não atendida pelo serviço de coleta reside em áreas rurais. Júlio de Castilhos, São Gabriel, São Sepé e Vila Nova do Sul não possuem dados cadastrados no SNIS.

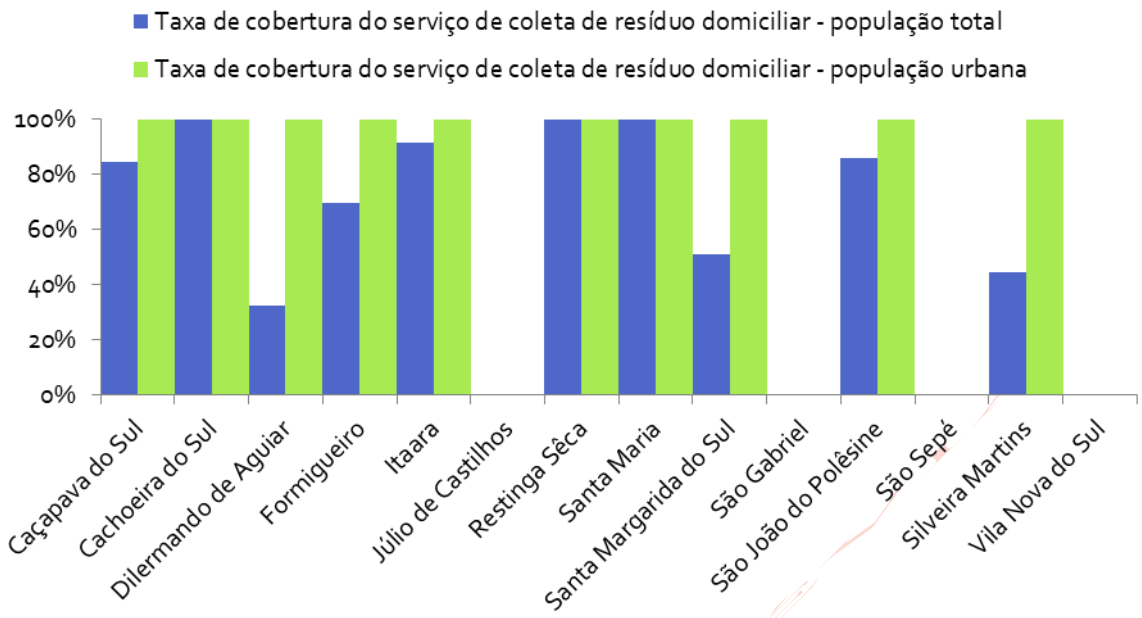


Gráfico 24: Taxas de cobertura do serviço de coleta de resíduos domiciliares nos municípios da Bacia

A coleta seletiva constitui um importante serviço relacionado ao manejo de resíduos sólidos, todavia apenas 50% dos municípios da bacia possuem este tipo serviço, quais sejam: Caçapava do Sul, Cachoeira do Sul, Restinga Sêca, São Gabriel, São João do Polêsine, São Sepé e Vila Nova do Sul. Os demais municípios não possuem coleta seletiva implantada.

Ainda conforme o Quadro 53, quase que a totalidade dos municípios destinam seus resíduos sólidos urbanos (RSU) para Santa Maria, a exceção é Cachoeira do Sul que encaminha seus resíduos para Minas do Leão (município que não pertence à Bacia), e Santa Margarida do Sul e São Gabriel que destinam seus resíduos para o próprio município de São Gabriel.

Em Santa Maria situa-se o Aterro Sanitário com central de triagem e compostagem de RSU (Unidade Santa Maria) da Companhia Riograndense de Valorização de Resíduos (CRVR). Este empreendimento possui capacidade para receber 2 milhões de toneladas de resíduos, uma vida útil de 20 anos e localiza-se dentro dos limites da bacia. De responsabilidade da mesma Companhia está instalado, em Minas do Leão, a Central de Resíduos do Recreio, um Aterro Sanitário com central de recebimento de RSU com capacidade para receber 25 milhões de toneladas, vida útil de 23 anos e localiza-se na Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí. Os dois empreendimentos possuem Licença de Operação emitida pela FEPAM. O município de São Gabriel informa que possui um Aterro Sanitário próprio, porém este não está licenciado pela FEPAM e a área necessita passar por um processo de remediação. Os dados e a localização destes empreendimentos podem ser consultados no Quadro 54 e na Figura 41.

Quadro 54: Destino dos resíduos sólidos urbanos dos municípios da Bacia

Município	Nome do empreendimento	Atividade	Responsável	Status do licenciamento	Coordenadas (lat., long.)	
Santa Maria	Unidade Santa Maria	Aterro Sanitário com central de triagem e compostagem de RSU	CRVR	Licença de Operação	-29,6596	-53,8611
Minas do Leão	Central de Resíduos do Recreio	Aterro Sanitário com central de recebimento de RSU	CRVR	Licença de Operação	-30,1487	-52,0249
São Gabriel	Aterro São Gabriel	Aterro Sanitário	Prefeitura	Não licenciado	-30,3189	-54,3625

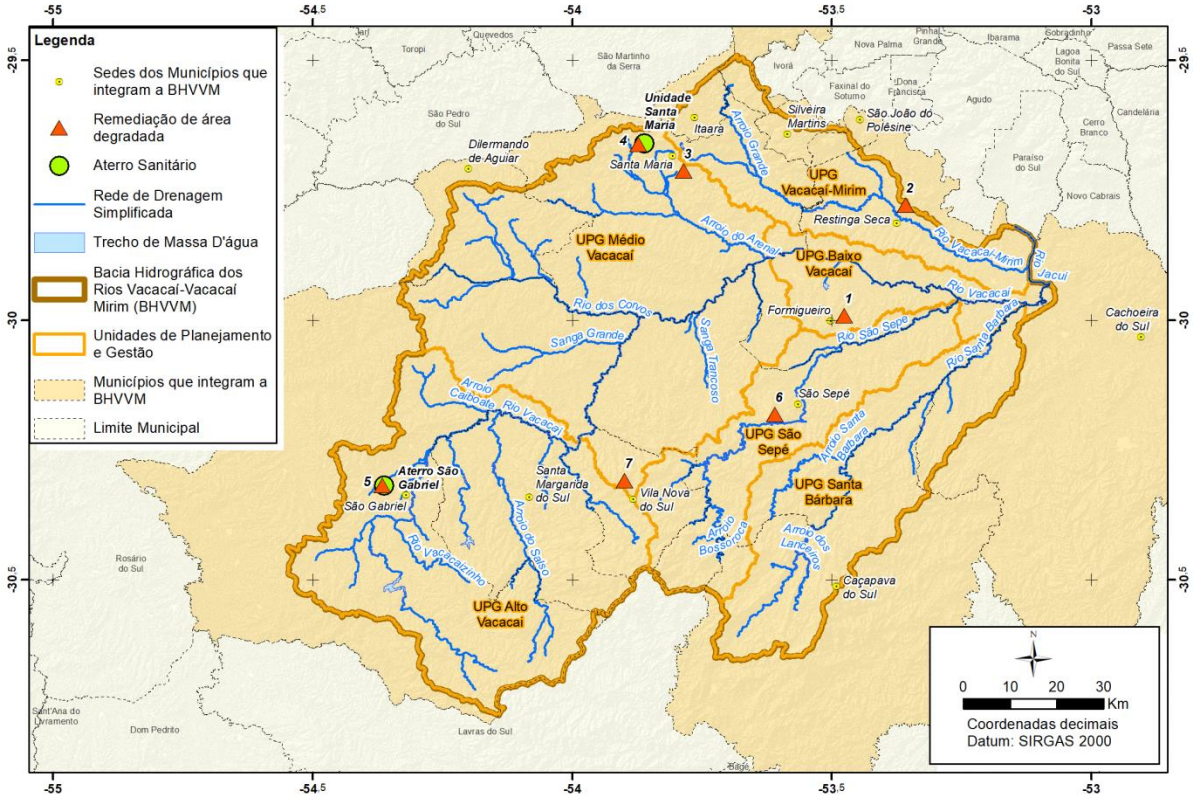


Figura 41: Aterro Sanitário em Santa Maria e Áreas remediadas ou em processo de remediação na Bacia

Dado o potencial de contaminação das águas superficiais ou subterrâneas associado a uma área de disposição inadequada de resíduos sólidos, é essencial a identificação de tais áreas no Plano de Bacia. Dessa forma, o Quadro 55 apresenta os municípios que possuem ou possuíam áreas de recebimento inadequado de resíduos sólidos urbanos e que estão ou estiveram em processo de recuperação (remediação). A maioria destas áreas degradadas se configura como os antigos lixões municipais, que devem ser eliminados até dezembro de 2020. Conforme os dados, são 9 áreas distribuídas em 8 municípios da Bacia, sendo que 7 áreas estão

localizadas dentro dos limites da Bacia (Figura 41).

Quadro 55: Áreas remediadas ou em processo de remediação na Bacia

Município	Remediação de área degradada por disposição de resíduos sólidos urbanos	Coordenadas (lat., long.)		Área está na Bacia?
Caçapava do Sul	Vila do Segredo[1]	-30,5568	-53,5026	Não
Cachoeira do Sul	Distrito Ferreira	-29,9992	-52,9639	Não
Formigueiro	Estrada da Sanga Funda	-29,9905	-53,4756	Sim, ponto 1
Restinga Sêca	Localidade Lomba Alta	-29,7782	-53,3576	Sim, ponto 2
Santa Maria	Localidade Cerrito	-29,7122	-53,7853	Sim, ponto 3
	Distrito Boca do Monte	-29,6606	-53,8721	Sim, ponto 4
São Gabriel	Localidade Pontes Brancas	-30,3175	-54,3650	Sim, ponto 5
São Sepé	Próximo a BR 392	-30,1807	-53,6091	Sim, ponto 6
Vila Nova do Sul	Rua Três Passos	-30,3085	-53,8987	Sim, ponto 7

[1] área em processo de monitoramento da remediação

2.13.4 Drenagem e Manejo das Águas Pluviais

Com o objetivo de caracterizar os municípios da bacia quanto à drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, foram utilizados dados do SNIS (ano de referência 2017), dos PMSBs e informações recebidas do Comitê de Bacias e Prefeituras.

Com base nos dados do SNIS e complementações das demais fontes, é apresentado no Quadro 56 o panorama dos sistemas de drenagem e manejo das águas dos municípios. Ressalta-se que o município de Santa Maria não cadastrou seus dados junto ao SNIS.

Quadro 56: Sistemas de DMAPU nos municípios da Bacia

Município	Existe plano diretor de DMAPU[1] no município?	Existe projeto básico, executivo ou "*as built*"[2] de unidades operacionais de DMAPU?	Tipo de sistema de drenagem urbana	Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana
Caçapava do Sul	Não	Não	Misto	19,0%
Cachoeira do Sul	Não	Sim	Misto	S/I
Dilermando de Aguiar	Não	Não	Exclusivo	39,3%
Formigueiro	Não	Não	Exclusivo	13,0%
Itaara	Não	Sim	Exclusivo	8,0%
Júlio de Castilhos	Não	Não	S/I	8,6%
Restinga Seca	Não	Não	Misto	75,0%
Santa Margarida do Sul	Não	Não	Exclusivo	18,9%
Santa Maria	Não	S/I	Exclusivo	S/I
São Gabriel	Não	Não	Misto	61,9%
São João do Polêsine	Não	Sim	Misto	93,9%
São Sepé	Não	Não	Misto	24,5%
Silveira Martins	Não	Sim	Misto	41,7%
Vila Nova do Sul	Não	Não	Inexistente	0%

[1]DMAPU: Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas
[2]projeto "*as built*": informações básicas sobre como o sistema foi construído no município
S/I: sem informação

De imediato observa-se que nenhum dos municípios da Bacia possui o Plano Diretor de

Águas Pluviais. Este Plano é o relatório ou projeto de engenharia que compara alternativas, cenários e soluções possíveis, em função das diversas técnicas disponíveis, levando em consideração o custo-benefício e a viabilidade econômica e financeira. Também são poucos os municípios (Cachoeira do Sul, Itaara, São João do Polêsine e Silveira Martins) que possuem algum projeto no qual esteja descrito, identificado e localizado as infraestruturas e equipamentos operacionais existentes na área urbana do município. Salienta-se que o processo de planejar a distribuição de água pluvial no tempo e no espaço, com base na tendência de ocupação urbana, compatibilizando o desenvolvimento e a infraestrutura, evita prejuízos de caráter econômico, social e ambiental para os municípios[175].

Em relação ao sistema de drenagem existente, os municípios de Dilermando de Aguiar, Formigueiro, Itaara, Santa Margarida do Sul e Santa Maria possuem sistemas exclusivos, ou seja, uma rede exclusiva para coleta e transporte das águas pluviais sem mistura com o esgoto sanitário. Os demais municípios, exceto Júlio de Castilhos e Vila Nova do Sul, possuem sistemas mistos que reúnem águas pluviais e esgotos na mesma rede.

As taxas de cobertura de rede pluvial na área urbana variam consideravelmente de município para município, desde taxas nulas (0%) até um máximo de 93,9% conforme o Quadro 56.

No Quadro 57 também é identificada nas áreas urbanas a existência de estruturas artificiais e/ou naturais que complementam o sistema de drenagem.

Quadro 57: Canais artificiais, soluções naturais, parques lineares e cursos d'água nas áreas urbanas dos municípios

Município	Existem vias públicas com canais artificiais abertos?	Existem vias públicas com soluções de drenagem natural[1]?	Existem parques lineares em áreas urbanas?	Existem cursos d'água naturais perenes em áreas urbanas?
Caçapava do Sul	Não	Não	Sim	Sim
Cachoeira do Sul	Não	Não	Não	Sim
Dilermando de Aguiar	S/I	S/I	Não	Sim
Formigueiro	Não	Não	Não	Sim
Itaara	S/I	S/I	Não	Sim
Júlio de Castilhos	S/I	S/I	Sim	Sim
Restinga Seca	Não	Não	Não	Sim
Santa Margarida do Sul	S/I	S/I	Não	Não
Santa Maria	S/I	S/I	S/I	Sim
São Gabriel	Não	Sim	Não	Sim
São João do Polêsine	Sim	S/I	Não	Sim
São Sepé	S/I	S/I	Não	Sim
Silveira Martins	S/I	S/I	Não	Sim
Vila Nova do Sul	S/I	S/I	Não	Não

[1] soluções de drenagem natural: faixas ou valas de infiltração
S/I: sem informação

Dos municípios que possuem informação, São João do Polêsine possui canal artificial aberto em vias públicas, já São Gabriel possui solução de drenagem natural. Todavia, quase

[175] BRASIL. Carlos E. M. Tucci. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Gestão de águas pluviais urbanas. Brasília: Ministério das Cidades, 2006. 4 v. (Saneamento para Todos).

que a totalidade dos municípios (exceto Santa Margarida do Sul e Vila Nova do Sul) possui cursos de água natural existente na área urbana, evidenciando a necessidade de cuidado e planejamento para com os recursos hídricos.

Ainda, segundo dados do SNIS, existem parques lineares em dois municípios. Estes parques são implantados em uma faixa ao longo de um rio e sua principal função proteger a zona ribeirinha contra ocupações irregulares que possam vir a confinar o corpo d´água e reduzir a largura da área destinada à inundação. Conforme pesquisas, em Caçapava do Sul foi identificado o Parque Municipal da Fonte do Mato, com uma área de 4,91 hectares e que protege a nascente do curso de água que dá origem à Barragem Fonte do Mato, que abastece a população do município[176]. Não foi identificado o parque linear de Júlio de Castilhos.

3 Caracterização e avaliação da rede de monitoramento quali-quantitativa dos recursos hídricos

3.1 Panorama geral e avaliação da rede de monitoramento superficial

A rede de monitoramento superficial existente na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim é composta por estações hidrometeorológicas que são responsáveis por enviar dados, principalmente, de volume de chuvas que caem na região e do nível e vazão dos rios. Estas estações são divididas em estações convencionais (que são aquelas cujas leituras são realizadas por um observador) e as estações telemétricas, que possuem sensores capazes de registrar, armazenar em um datalogger e enviar os dados monitorados. Estes dados são enviados por sinal de celular (GSM) ou via satélite (GOES) ao serviço de armazenamento de dados hidrológicos da ANA, e posteriormente avaliados pela Sala de Situação da SEMA-RS, que monitora eventos hidrológicos críticos no Estado do Rio Grande do Sul. Esses dados podem ser acompanhados em tempo real pelo portal da Sala de Situação do estado do Rio Grande do Sul[177] ou pelo Portal Hidrotelemetria da ANA[178].

Para avaliação das estações de monitoramento de precipitação pluvial e evaporação foi considerada a área dentro da poligonal da bacia hidrográfica e também num raio de 20 km além dos limites da mesma. Para as estações de monitoramento fluviométricos (onde são monitorados nível, descarga líquida, sedimentos, e parâmetros de qualidade) e de qualidade da água foi considerada apenas área da bacia hidrográfica. O Quadro 58 apresenta as estações de monitoramento existentes na região. Observa-se no quadro que do total de estações de monitoramento instituídas na bacia, 38 ainda continuam em operação (51%). As estações em operação estão apresentadas na Figura 42.

176 PREFEITURA DE CAÇAPAVA DO SUL. . Projeto de Revitalização: Parque da Fonte do Mato. 2009. Disponível em: http://prefeitura.cacapava.net/arquivos/intranet/licitacoes/doc/787_.pdf. Acesso em: 09 set. 2020.
177 http://www.saladesituacao.rs.gov.br
178 http://gestorpcd.ana.gov.br

Quadro 58: Tipos e quantidade de estações na região da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí-Vacacaí Mirim[179]

Tipo de Monitoramento	Estações de Monitoramento
Pluviométrica ($bacia$)	**55** (25 operando).
Pluviométrica ($bacia\ +20\ km$)	**95** (45 operando).
Evaporimétrica	**02** (operando)
Medição de nível (Limnimétrica)	**29** (11 operando)
Medição de Descarga Líquida	**19** (06 operando)
Medição de sedimentos (Sedimentométrica)	**03** (02 operando)
Medição de Qualidade da Água	**21** (17 operando)
Total estações instaladas na BHVVM	**85 (38 operando)**

A SEMA-RS, a partir de 2018, ampliou a rede de monitoramento por meio de um contrato de fornecimento, instalação e comissionamento de 160 estações telemétricas no estado. Na BHVVM oito dessas estações foram instaladas, sendo 5 fluviométricas e pluviométricas e 3 somente pluviométricas.

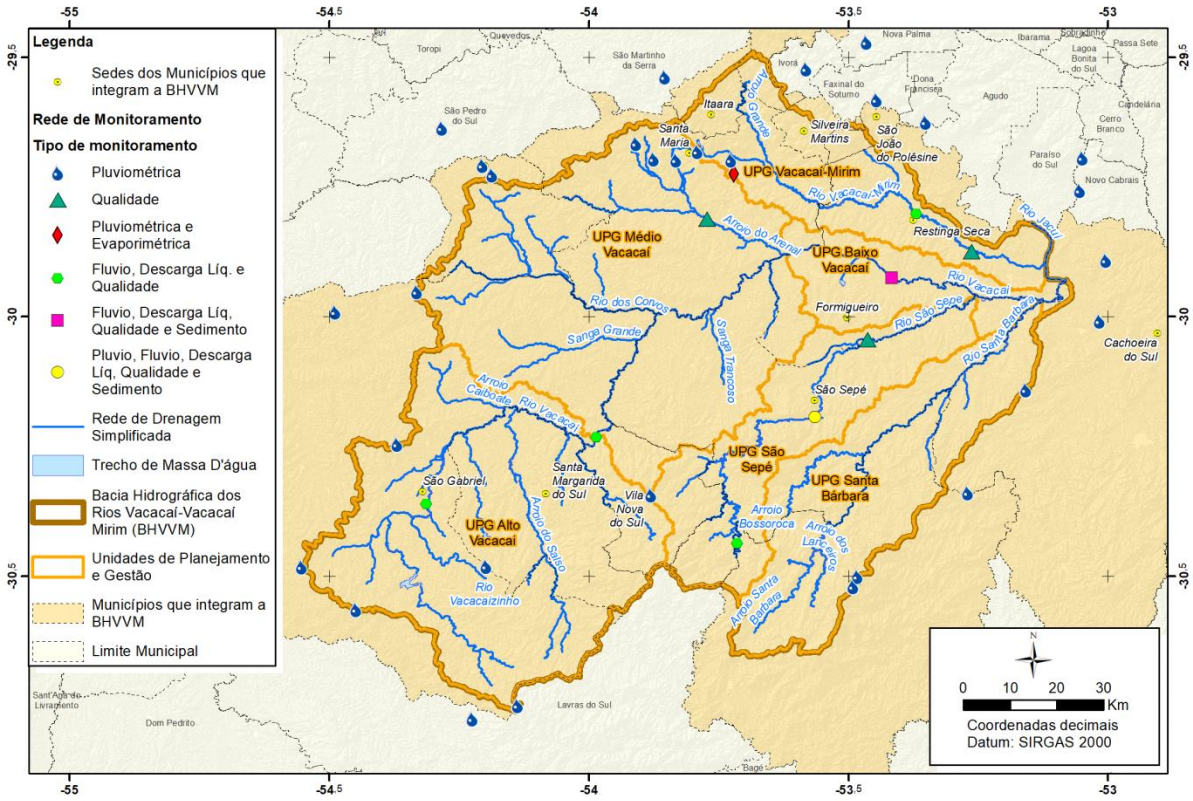


Figura 42: Rede de monitoramento na BHVVM

179 Inventário de estações hidrometeorológicas (ANA, 2020)

3.1.1 Rede de precipitação pluvial e evaporação

A Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí - Vacacaí Mirim possui 55 estações pluviométricas, 24 destas estão em operação. Somando as estações a um raio de 20 km da área da bacia esse número cresce para 95 (45 em operação) em uma área de 22.118 km². Muitas estações têm mais de cem anos de dados, como é o caso da estação pluviométrica de Santa Maria (2953017), no município de Santa Maria, do INMET que possui registro desde 1912. O panorama geral desta rede de estações está apresentado no Quadro 59, onde os IDs se referem às estações com mais de 10 anos de dados que estão apresentadas na Figura 43.

Quadro 59: Estações pluviométricas em operação na região da BHVVM

ID*	Código	Nome da Estação	UPG	Operador	Início da operação	Fim da operação
1	2953002	Agudo	Fora da bacia	DEPRC	1954	1978
	2953069	Arroio Barriga	Fora da bacia	SEMA-RS	2019	Operando
	2953004	Arroio Do Só**	VM	DEPRC	1957	1966
	3053025	Arroio São Sepé	SP	MAGNA	2002	2005
	2953005	Barragem Do Ibicui	Fora da bacia	ANA	1949	1954
2	3053001	Barro Vermelho	Fora da bacia	DEPRC	1950	1977
3	3053021	Barro Vermelho	Fora da bacia	CPRM	1986	Operando
4	2954033	Bom Retiro	Fora da bacia	CPRM	2000	Operando
5	3053003	Caçapava Do Sul	Fora da bacia	DEPRC	1950	1966
6	3053002	Caçapava Do Sul	SB	INMET	1986	1975
7	3053022	Caçapava Do Sul	Fora da bacia	CPRM	1913	Operando
	3053029	Cacapava Do Sul_BR290	Fora da bacia	CEMADEN	2014	Operando
8	3052002	Cachoeira do Sul	Fora da bacia	INMET	1939	1983
	2953055	Cachoeira do Sul_Comunidade Três Vendas	Fora da bacia	CEMADEN	2014	Operando
	3053033	Camping São Sepé	SP	SEMA-RS	2018	Operando
	2954025	Campo De Fora**	Fora da bacia	ANA	1971	1971
	2954002	Caranguejo**	MV	DEPRC	1957	-
	3054013	Catucaba	MV	DEPRC	1951	1959
9	3054021	Cerro Batovi	Fora da bacia	CPRM	2004	Operando
10	3054015	Cerro Do Ouro	AV	DEPRC	1957	1978
	2954026	Chácara Do Silêncio**	Fora da bacia	ANA	1967	1971
	2954024	Colônia Banhados	Fora da bacia	ANA	1972	1979
11	3053019	Colônia Pavão	MV	ANA	1969	1990
	3053016	Colônia Pavão (Passo Da Lagoa)**	MV	DNIT	1967	1969
	3053027	Corredor Dos Kesses	SP	MAGNA	2006	2009
	2953067	CORSAN Santa Maria	MV	CPRM	2013	Operando
	3053032	COTRISEL Vila Nova Do Sul	MV	SEMA-RS	2018	Operando
	2954040	Coxilha Do Pau Fincado São Gabriel	Fora da bacia	SEMA-RS	2018	Operando
	2954038	Dilermando De Aguiar Jc-677	Fora da bacia	CPRM	2016	2016

ID*	Código	Nome da Estação	UPG	Operador	Início da operação	Fim da operação
12	2953008	Dona Francisca	Fora da bacia	CPRM	1943	Operando
	2953009	Faxinal Do Soturno**	Fora da bacia	DEPRC	1953	1985
	2953056	Faxinal Do Soturno_Centro	Fora da bacia	CEMADEN	2014	Operando
	3054003	Fazenda Do Guabiju**	AV	DEPRC	1957	1966
	3054030	Fazenda São Gabriel	Fora da bacia	SEMA-RS	2018	Operando
13	3053005	Formigueiro	BV	DEPRC	1951	1978
14	3054019	Ibare	Fora da bacia	CPRM	1999	Operando
	3053026	Irapuã	Fora da bacia	MAGNA	2006	2009
	2953057	Ivora_Centro	Fora da bacia	CEMADEN	2014	Operando
	3053008	Marco Da Ramada**	AV	DEPRC	1957	-
	3054028	Marco Das Águas Lavras Do Sul	AV	SEMA-RS	2018	Operando
	3053009	Mata Grande**	SP	DEPRC	1957	1978
	2953059	Nova Palma_Centro	Fora da bacia	CEMADEN	2014	Operando
	2953012	Passo Das Tropas**	VM	DEPRC	1957	1979
	2953070	Passo Das Tunas	BV	SEMA-RS	2018	Operando
	3053031	Passo Do Rocha	AV	SEMA-RS	2018	Operando
15	3053004	Passo Do Rocha	AV	CPRM	1999	Operando
	2953013	Passo Do Verde**	MV	DEPRC	1957	1967
16	3053017	Passo Dos Freires	SP	CPRM	1981	Operando
	2953040	Passo Saint Clair	Fora da bacia	MAGNA	2002	2003
17	2953037	Passo São Lourenço	Fora da bacia	CPRM	1986	Operando
	3053034	Passo São Lourenço Cach. Do Sul	Fora da bacia	SEMA-RS	2018	Operando
	2954009	Pau Fincado**	Fora da bacia	DEPRC	1954	-
	3054027	Ponte Br-290 Vacacaí São Gabriel	AV	SEMA-RS	2018	Operando
	2953072	Ponte Vacacaí Mirim CPRM	VM	SEMA-RS	2019	Operando
18	3054006	Posto Branco	Fora da bacia	DEPRC	1960	1978
	2953068	Propriedade Novo Cabrais	Fora da bacia	SEMA-RS	2019	Operando
19	2953015	Restinga Seca	VM	DEPRC	1951	1977
20	2953016	Rincão Da Porta	Fora da bacia	DEPRC	1951	1978
	2953038	Rio Dos Corvos	MV	MAGNA	2006	2009

ID*	Código	Nome da Estação	UPG	Operador	Início da operação	Fim da operação
21	3054020	RS-473	AV	CPRM	2004	Operando
22	3054009	Santa Margarida	AV	DEPRC	1960	1978
	-	Santa Maria	MV	SEAPI	2017	Operando
23	2953017	Santa Maria	VM	INMET	1912	Operando
	2953034	Santa Maria – Ipagro**	MV	INMET	1963	-
24	2953027	Santa Maria (SBSM)	VM	DEPV	1953	Operando
	2953061	Santa Maria_Camobi	VM	CEMADEN	2014	Operando
	2953066	Santa Maria_Lorenzi	MV	CEMADEN	2014	Operando
	2953064	Santa Maria_Patronato	MV	CEMADEN	2014	Operando
	2953062	Santa Maria_Presidente João Goulart	VM	CEMADEN	2014	Operando
	2953063	Santa Maria_Salgado Filho	MV	CEMADEN	2014	Operando
	2953065	Santa Maria_Tancredo Neves	MV	CEMADEN	2014	Operando
25	3054018	São Gabriel	AV	CPRM	1985	Operando
26	3054010	São Gabriel	AV	DEPRC	1912	1978
27	3054011	São Gabriel	AV	INMET	1950	1976
	3054017	São Gabriel - Ipagro	AV	INMET	1963	-
	2953028	São José Da Porteirinha**	MV	DEPRC	1954	1979
	2954013	São Lucas**	Fora da bacia	DEPRC	1957	1989
	2953018	São Marcos**	VM	DEPRC	1953	1983
	2954037	São Pedro	Fora da bacia	CPRM	2013	Operando
28	3053012	São Sepé	SP	ANA	1943	1984
	3053013	São Sepé**	SP	DEPRC	1950	1990
29	3053020	São Sepé Montante	SP	CPRM	1984	Operando
	2954041	Secr. Agr. M. Amb. Dilermano Guiar	Fora da bacia	SEMA-RS	2018	Operando
	2953071	Secr. Agri. São Martinho	Fora da bacia	SEMA-RS	2018	Operando
	2953019	Silveira Martins**	VM	DEPRC	1957	-
	2953039	Soturno	Fora da bacia	MAGNA	2006	2009
	3054012	Suspiro**	Fora da bacia	DEPRC	1957	1976
	3054022	Tiaraju	AV	MAGNA	2006	2009
	3054031	Tiaraju São Gabriel	AV	SEMA-RS	2018	Operando

ID*	Código	Nome da Estação	UPG	Operador	Início da operação	Fim da operação
	2953021	Toniolo**	MV	DEPRC	1954	1967
	2953042	Vacacaí-Mirim	VM	MAGNA	2006	2009
30	3053024	Vila Nova	SP	CPRM	2004	Operando
	2953043	Vila Renascença	MV	MAGNA	2006	2009
	2954027	Zona do Empedrado**	Fora da bacia	ANA	1971	1971

*Estações com mais de 10 anos de dados apresentadas na Figura 43.
** Estações cujos dados não foram encontrados.

A Figura 43 apresenta as estações pluviométricas na bacia com mais de 10 anos de dados, que serão utilizadas para gerar a disponibilidade hídrica. A maioria das estações mais antigas que ainda estão em operação são operadas pela CPRM e INMET.

As estações mais novas em operação são as telemétricas operadas pelo CEMADEN (11 estações instaladas no início de 2014 cujos dados podem ser consultados e baixados no portal Mapa Interativo[180]), SEMA-RS (15 estações instaladas a partir de outubro de 2018), e SEAPDR (Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural) (1 estação instalada em 2017). A estação de Santa Maria (2953017), operada pelo INMET, é a única que conta com dados de evaporação, obtidos pelo evaporímetro de Piche que mede a evaporação em mililitro (ml).

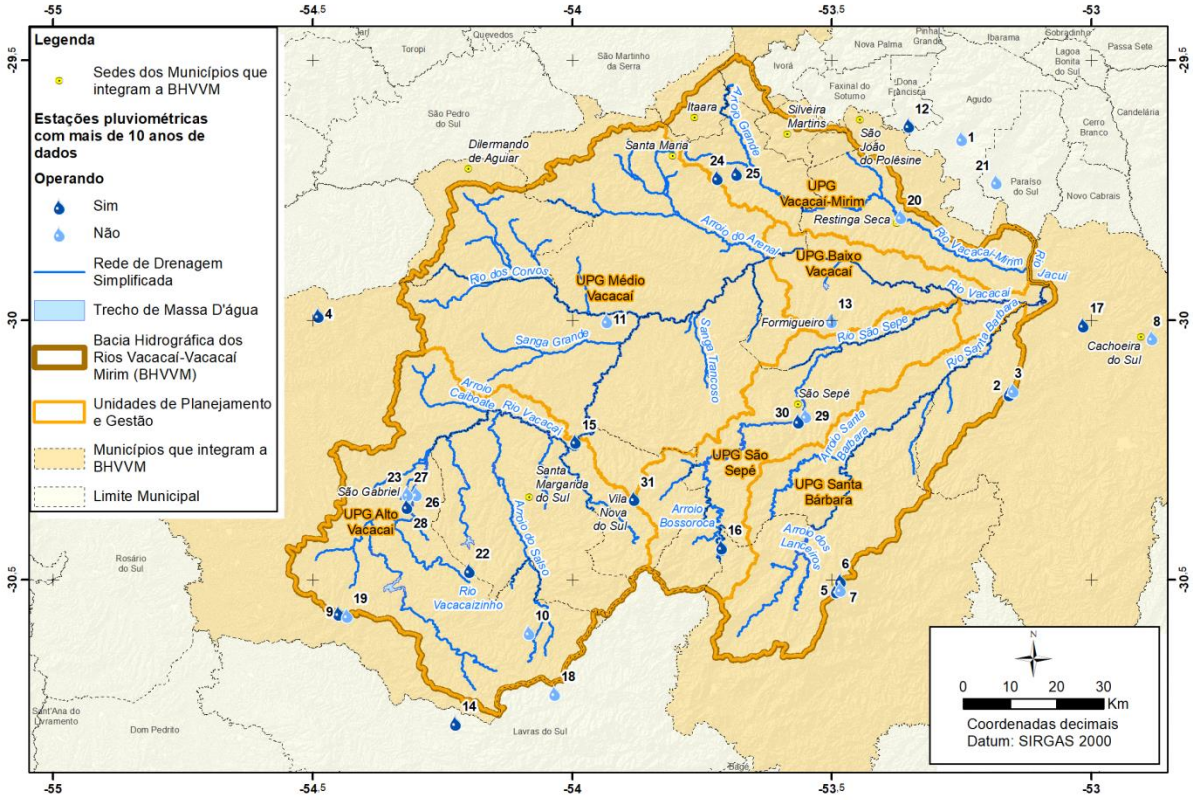


Figura 43: Estações pluviométricas com mais de 10 anos de dados na região da BHVVM (os números indicam a estação apresentada no Gráfico 25)

O Gráfico 25 apresenta, de forma simplificada, as estações em operação (na bacia e no entorno de 20 km) e aquelas que possuíam mais de dez anos de dados, dentro do período de 1950 a 2020. Observa-se que as estações em operação com a série mais longa de dados no período citado são as estações de Barro Vermelho, Caçapava do Sul (3053022), Dona Francisca, Passo dos Freires, Passo São Lourenço, Santa Maria (2953017), São Gabriel e São Sepé Montante. As estações fora de operação com a série mais longa são Cachoeira do Sul (3052002) do INMET e São Sepé (3053012) da ANA. Não foram contempladas no Gráfico 25 as estações cujos dados não foram encontrados, apresentadas no Quadro 59, e a estação em

[180] htt3p://www.cemaden.gov.br/mapainterativo/

operação da Base Aérea de Santa Maria (SBSM) (2953027), com início do pluviômetro em outubro de 1953.

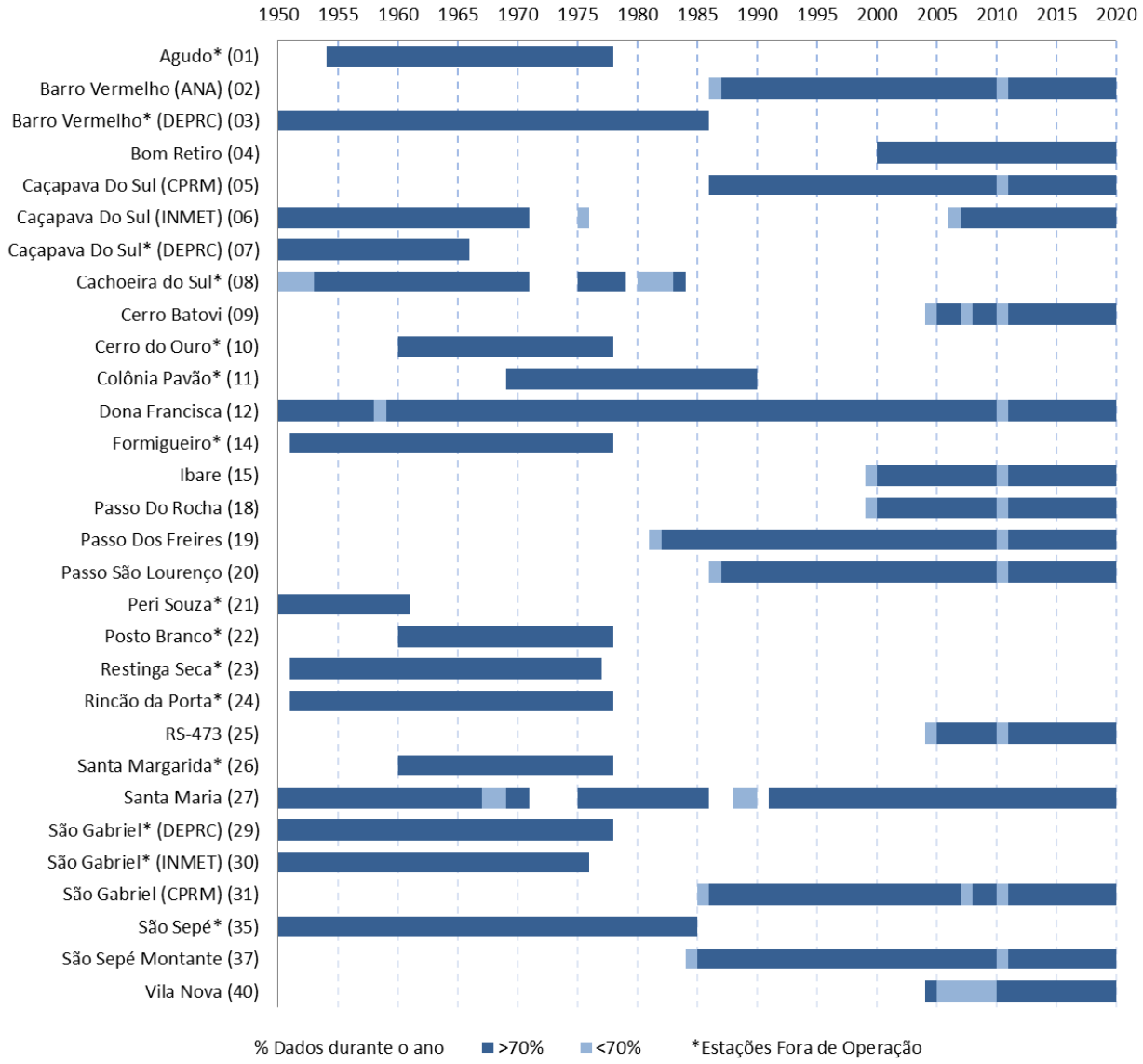


Gráfico 25: Disponibilidade de dados de precipitação.

3.1.2 Rede fluviométrica

A rede fluviométrica da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí Vacacaí-Mirim é composta por 31 estações (Quadro 60), que são responsáveis pela medição de dados como: nível (cm), descarga líquida (m³/s), sedimentos (item 3.1.3), além de alguns parâmetros de qualidade da água (que serão abordados no item 3.1.4). A distribuição das estações fluviométricas pode ser observada na Figura 44.

Quadro 60: Panorama geral da rede fluviométrica[181]

ID**	Código	Nome da Estação	Rio	UPG	Operadora	Início da Operação	Fim da Operação
1	85621000	Arroio São Sepé	Rio São Sepé	SS	MAGNA	2006	2009
2	85439200	Bacia Escola UFSM / Gráfica	Arroio da Gráfica	VM	UFSM	2004	-
3	85439000	Bacia Escola UFSM / Pains	Arroio Mariano da Rocha	VM	UFSM	2004	-
4	85439100	Bacia Escola UFSM / Reitoria	Arroio da Reitoria	VM	UFSM	2004	-
5	85623010	Camping São Sepé*	Rio São Sepé	SS	SEMA-RS	2018	Operando
6	85510000	Capão Grande*	Banhado Empedrado	MV	DNIT	1967	1969
7	85530000	Colônia Banhado Rl2*	Arroio Santa Catarina	MV	ANA	1969	1976
8	85550000	Colônia Banhados*	Arroio Santa Catarina	MV	DNIT	1967	1969
9	85500000	Fazenda Brasiliano R3*	Arroio Santa Catarina	MV	ANA	1969	1974
10	85520000	Passo Barca Do Pavão	Rio dos Corvos	MV	ANA	1967	1979
11	85435000	Passo Da Guardinha*	Rio Jacuí	VM	DEPRC	1951	1952
12	85590900	Passo Das Tunas*	Rio Vacacaí	BV	SEMA-RS	2018	Operando
13	85600000	Passo Das Tunas	Rio Vacacaí	BV	CPRM	1940	Operando
14	85615000	Passo Do Lajeado	Lajeado da Cria - Lajeadinho	SS	ANA	1983	2001
15	85480000	Passo Do Rocha	Rio Vacacaí	AV	CPRM	1969	Operando
16	85480010	Passo Do Rocha*	Rio Vacacaí	AV	SEMA-RS	2018	Operando
17	85580000	Passo Do Verde	Rio Vacacaí	MV	ANA	1967	1984
18	85610000	Passo Dos Freires	Rio São Sepé	SS	CPRM	1981	Operando
19	85630000	Passo São Sepé	Rio São Sepé	SS	ANA	1940	1975
20	85470010	Ponte Br-290 Vacacaí São Gabriel*	Rio Vacacaí	AV	SEMA-RS	2018	Operando
21	85470000	Ponte São Gabriel	Rio Vacacaí	AV	CPRM	1967	Operando
22	85438510	Ponte Vacacaí Mirim CPRM*	Rio Vacacaí-Mirim	VM	SEMA-RS	2019	Operando
23	85620000	Pulqueria	Rio São Sepé	SS	ANA	1947	1984
24	85438000	Restinga Seca	Rio Vacacaí-Mirim	VM	CPRM	1984	Operando
25	85490000	Rio Dos Corvos	Arroio dos Lourenços	MV	MAGNA	2006	2009
26	85460000	Santa Brígida	Rio Vacacaí	AV	ANA	1928	1971
27	85625000	São Sepé	Rio São Sepé	SS	ANA	1976	1984

[181] Agência Nacional de Águas. 2020. Inventário de estações hidrometeorológicas; FEPAM-RS. Rede Básica de Qualidade e Projeto de Balneabilidade.

ID**	Código	Nome da Estação	Rio	UPG	Operadora	Início da Operação	Fim da Operação
28	85623000	São Sepé Montante	Rio São Sepé	SS	CPRM	1984	Operando
29	85450000	Usina Silveira Martins*	Arroio do Veado	VM	ANA	1941	1947
30	85437000	Vacacaí-Mirim	Rio Vacacaí-Mirim	VM	MAGNA	2006	2009
31	85436100	Vila Renascença*	Arroio Cadena	MV	MAGNA	2006	2009

*Estações somente com dados de nível; **Identificador na Figura 44.

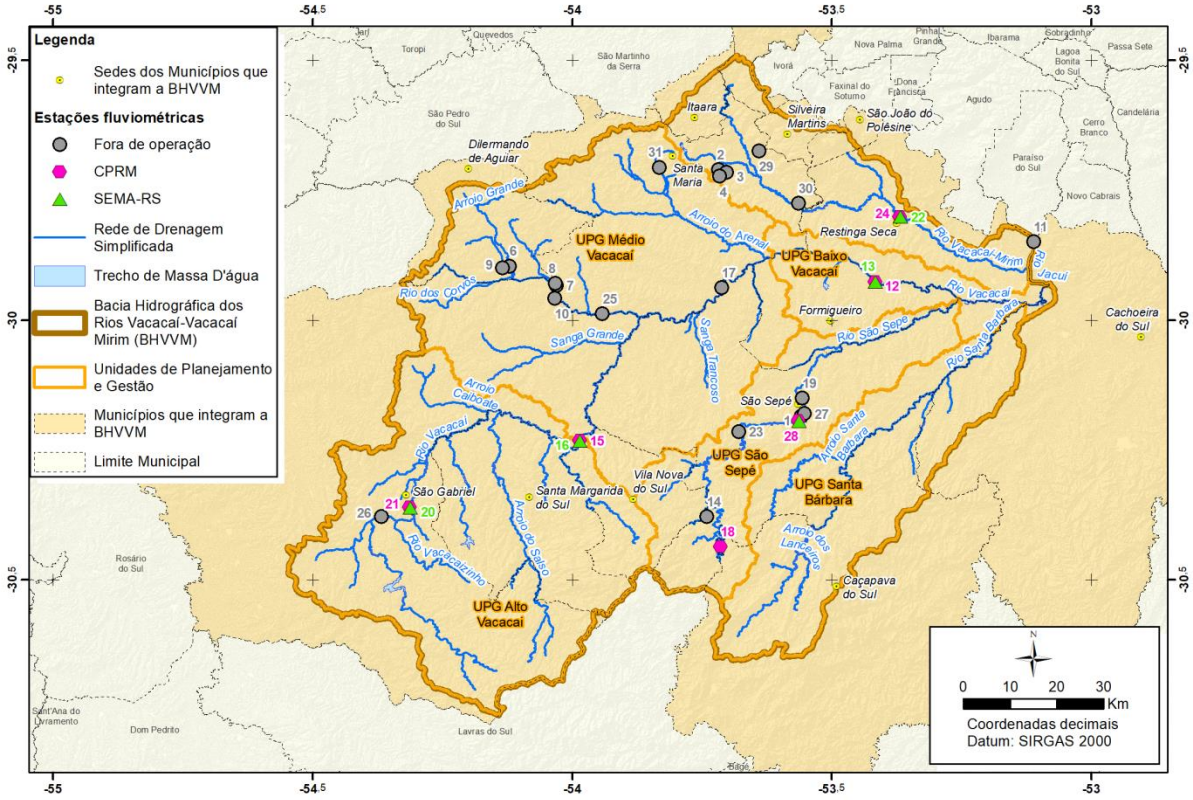


Figura 44: Distribuição das estações fluviométricas na bacia (os números indicam a estação apresentada no Gráfico 26)

O Gráfico 26 apresenta as estações fluviométricas com mais de 5 anos de dados de nível e/ou vazão na Bacia. Dentre estas estações, seis possuem mais de 30 anos de dados, todas operadas pela CPRM. A estação Passo das Tunas (85600000), por exemplo, instalada a jusante do Rio Vacacaí, possui cerca de 80 anos de dados. Já as estações Ponte São Gabriel (85470000) e Passo do Rocha (85480000), ambas a montante do mesmo rio, possuem mais de 50 anos de dados. As demais estações em operação são as telemétricas da SEMA-RS, com sensores de medição de nível, que por terem sido instaladas recentemente não integram o gráfico de disponibilidade de dados.

Observa-se ainda no Gráfico 26 que no período mencionado há disponibilidade de dados de sete estações que estão fora de operação e cujo operador era a ANA. Como é o caso das estações de Santa Brígida e Passo São Sepé, que são as mais antigas, instaladas em 1928 e 1940, respectivamente. A estação Colônia Banhado Rl2 possui apenas dados de cota.

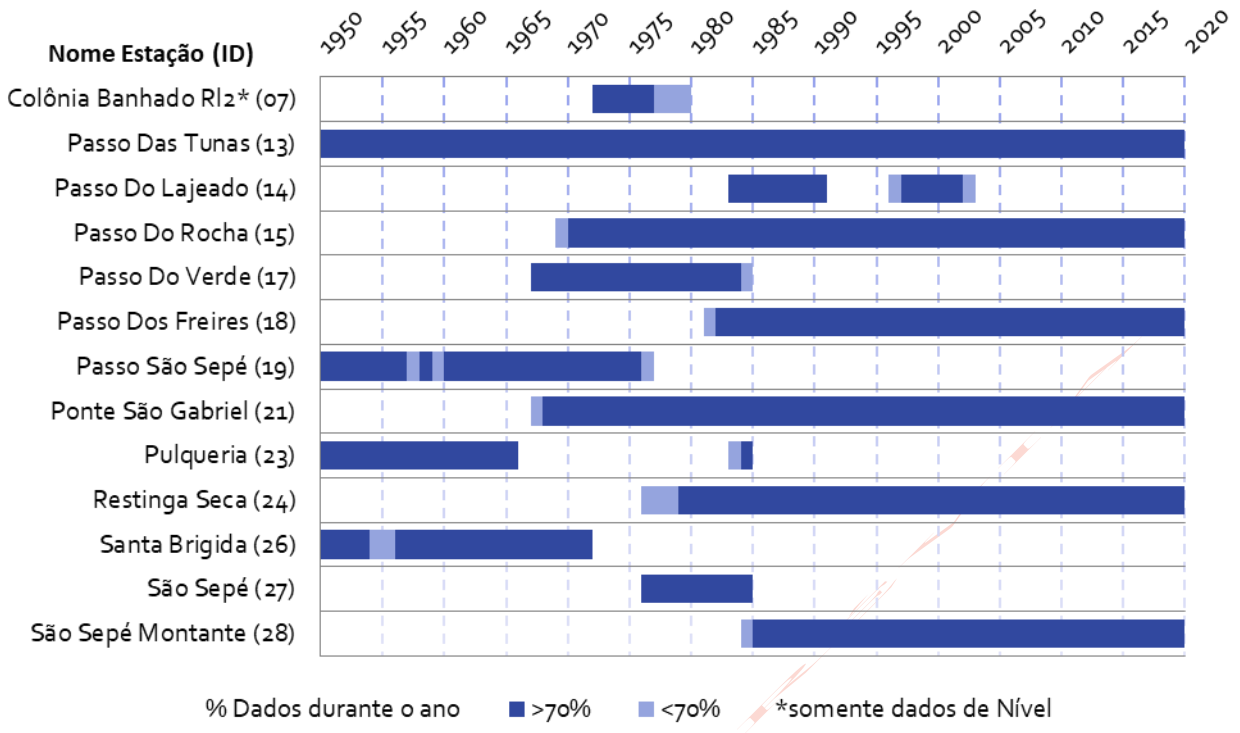


Gráfico 26: Disponibilidade de dados fluviométricos (vazão e nível) na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí-Vacacaí Mirim.

O Quadro 61 indica uma análise de vazões para as seis estações fluviométricas com maior período de dados e que continuam em operação na bacia.

Quadro 61: Estações Fluviométricas em operação na BHVVM

Estação	Rio	Vazão Média (m³/s)	Vazão Máxima (m³/s)	Q90 calculada* (m³/s)
Passo das Tunas	Rio Vacacaí	128,82	313,41	9,30
Passo do Rocha	Rio Vacacaí	53,46	162,84	3,90
Passo dos Freires	Rio São Sepé	1,52	11,50	0,06
Ponte São Gabriel	Rio Vacacaí	17,95	76,93	1,54
Restinga Seca	Rio Vacacaí-Mirim	24,76	56,50	1.13
São Sepé Montante	Rio São Sepé	16,46	100,9	1,68

**Q90: Quantidade de água (vazão) que pode ser garantida em um trecho de rio em 90% do tempo*

3.1.3 Rede sedimentométrica

Em relação ao monitoramento sedimentométrico a bacia possui 2 estações, ambas da CPRM, a estação Passo das Tunas e a São Sepé Montante, localizadas nas UPGs Baixo Vacacaí e São Sepé, respectivamente. A primeira possui dados desde 1986 e a segunda desde 1985, ambas estão em operação. A média de sedimentos em suspensão no rio Vacacaí é de 41 mg/l e no rio São Sepé essa média é um pouco maior, 52,8 mg/l (Quadro 62).

Quadro 62: Estatísticas descritivas da concentração de sedimentos em suspensão (mg/l) medidas nas estações de Passo das Tunas e São Sepé Montante

Estação	Concentração de sedimentos (mg/l)				Número de amostras
	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	
Passo das Tunas	41,85	46,97	6,4	350,5	79
São Sepé Montante	52,82	124,12	2,3	744	79

3.1.4 Rede de qualidade da água

A rede de monitoramento de qualidade da água é composta por 21 estações, sendo que 17 encontram-se em operação (Quadro 63). Das estações em operação 6 são operadas pela CPRM, 9 fazem parte da Rede Básica de Qualidade da Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Rio Grande do Sul (FEPAM-RS) e 2 são do projeto de Balneabilidade, também da FEPAM-RS. A FEPAM, por meio do Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água (QUALIÁGUA), vem ampliando a Rede Básica de Qualidade no Estado desde abril de 2016, quando este órgão ambiental firmou contrato com a ANA. O QUALIÁGUA é uma iniciativa da ANA e na prática premia os estados que aderirem pelo atingimento de metas relacionadas ao monitoramento e à divulgação dos dados de acordo com as premissas previstas na Resolução ANA nº 903/2013. Na BHVVM as estações que foram implantadas por meio deste programa tiveram o início de suas operações no ano de 2018.

Quadro 63: Estações de qualidade e respectivos cursos hídricos e operadores (responsável)[182]

Código	Nome da Estação	Curso hídrico	UPG	Operador	Início da operação	Fim da operação
85436200	Arroio Arenal (Santa Maria)	Arroio Arenal	MV	FEPAM-RS	2015	Operando
85439200	Bacia Escola UFSM / Gráfica	Arroio da Gráfica	SS	UFSM	2004	-
85439000	Bacia Escola UFSM / Pains	Arroio Mariano da Rocha	SS	UFSM	2004	-
85439100	Bacia Escola UFSM / Reitoria	Arroio da Reitoria	BV	UFSM	2004	-
85600000	Passo Das Tunas	Rio Vacacaí	MV	CPRM	1985	Operando
85480000	Passo Do Rocha	Rio Vacacaí	AV	ANA/CPRM	2002	Operando
85580000	Passo Do Verde	Rio Vacacaí	AV	ANA	1978	1979
85610000	Passo Dos Freires	Rio São Sepé	VM	CPRM	2002	Operando
85470000	Ponte São Gabriel	Rio Vacacaí	VM	CPRM	2002	Operando
85438000	Restinga Seca	Rio Vacacaí-Mirim	VM	CPRM	2002	Operando
85630600	Rio São Sepé (Formiqueiro)	Rio São Sepé	SS	FEPAM-RS	2015	Operando
85620500	Rio São Sepé (São Sepé)	Rio São Sepé	SS	FEPAM-RS	2015	Operando
85442000	Rio Vacacai (Restinga Seca)	Rio Vacacaí	BV	FEPAM-RS	2015	Operando
85570000	Rio Vacacai (Santa Maria)	Rio Vacacaí	MV	FEPAM-RS	2015	Operando
85466000	Rio Vacacai (São Gabriel)	Rio Vacacaí	AV	FEPAM-RS	2015	Operando
85484000	Rio Vacacai (Vila Nova Do Sul)	Rio Vacacaí	AV	FEPAM-RS	2015	Operando
85436300	Rio Vacacai-Mirim (Restinga Seca)	Rio Vacacaí-Mirim	VM	FEPAM-RS	2015	Operando
85438500	Rio Vacacai-Mirim (Restinga Seca)	Rio Vacacaí-Mirim	VM	FEPAM-RS	2015	Operando
85623000	São Sepé Montante	Rio São Sepé	SS	CPRM	2000	Operando
-	Balneário das Tunas - Rio Vacacaí	Rio Vacacaí	BV	FEPAM-RS	2003	Operando
-	Balneário Passo do Verde - Rio Vacacaí	Rio Vacacaí	MV	FEPAM-RS	2003	Operando

[182] Agência Nacional de Águas. Inventário de estações hidrometeorológicas; FEPAM-RS. Rede Básica de Qualidade e Projeto de Balneabilidade.

A rede de qualidade da água da bacia hidrográfica conta com estações ao longo dos Rios Vacacaí, Vacacaí Mirim, São Sepé e Arroio Arenal (tributário do Rio Vacacaí). A seguir, estão identificados os parâmetros monitorados nas estações, bem como a disponibilidade dos dados ao longo dos anos (Quadro 64).

A CPRM coleta e analisa dados de temperatura da água (°C), temperatura do Ar (°C), turbidez (UNT), OD (mg/L de O_2), pH e condutividade elétrica (µS/cm). Três destas estações estão localizadas no Rio Vacacaí, uma no Rio Vacacaí-Mirim e duas no Rio São Sepé. Com exceção da estação Passo das Tunas e São Sepé Montante que contam com dados desde 1985 e 2000, respectivamente, as demais estações possuem dados desde 2002. A estação Passo das Tunas, além dos dados apresentados no Quadro 64, possui, do período de 1985 a 1989, dados de: Alcalinidade Total, DBO, DQO, Ortofosfato dissolvido, Nitrato, Nitrogênio Amoniacal, Cor, Dureza, Detergentes, Nitritos, Cadmio, Chumbo, Mercúrio, índice de Fenóis e óleos e graxas.

A FEPAM monitora quatro estações ao longo do rio Vacacaí, todas localizadas nos mesmos pontos de monitoramento da CPRM; uma no Arroio Arenal (tributário do Rio Vacacaí), duas no Rio São Sepé e duas no Rio Vacacaí Mirim.

Até o final da celebração do contrato QUALIÁGUA FEPAM-ANA, a Rede Básica de Qualidade deverá contemplar um total de 23 parâmetros, entre físico-biológicos, microbiológicos, biológicos e nutrientes[183]: Condutividade Elétrica (µS/cm); Temperatura da Água (ºC); Temperatura do Ar (ºC); Turbidez (UNT); OD (mg/L de O_2); pH; Sólidos totais dissolvidos (mg/L); Sólidos em suspensão (mg/L); Alcalinidade Total (mg/L de $CaCO_3$); Cloreto Total (µg/L de Cl); Transparência da água (m)**; DBO (5d, 20°C, mg/L de O_2); Demanda Química de Oxigênio (DQO, mg/L O_2); Escherichia coli (NMP/100 mL)*; Clorofila α (µg/L)**; Fitoplâncton qualitativo e quantitativo (nº cel/mL)**; Ortofosfato dissolvido (mg/L de P); Fósforo Total (mg/L de P); Nitrato (µg/L de N); Nitrogênio Amoniacal (mg/L de N); Nitrogênio Total Kjeldahl (mg/L de N).

183 Midugno, Rafael. Relatório da Qualidade da Água Superficial no Estado do Rio Grande do Sul: relatório técnico. Fundação Estadual De Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM/RS). Rio Grande do Sul; 2019. Disponível em: http://www.fepam.rs.gov.br/noticias/arq/aguas_QUALIDADE_AGUA_SUPERFICIAL_RS.pdf

**análises executadas exclusivamente em ambiente lêntico.

Quadro 64: Estações de monitoramento de qualidade da água e respectivos parâmetros

ID	Código	Nome	Início da operação	Temperatura da Água	Temperatura do Ar	Turbidez	OD	pH	Condutividade Elétrica	Sólidos totais dissolvidos	Sólidos em suspensão	Alcalinidade Total	Cloreto Total	DBO	DQO	Escherichia coli	Fósforo Total	Nitrogênio Total Kjeldahl	Nitrogênio Amoniacal
01	85436200	Arroio Arenal (Santa Maria)	2018	X	X*	X	X	X	X*	X*	X*	X*	X*	X	X*	X	X	X	X
11	85630600	Rio São Sepé (Formiqueiro)	2018	X	X*	X	X	X	X*	X*	X*	X*	X*	X	X*	X	X	X	X
12	85620500	Rio São Sepé (São Sepé)	2018	X	X*	X	X	X	X*	X*	X*	X*	X*	X	X*	X	X	X	X
13	85442000	Rio Vacacaí (Restinga Seca)	2018	X	X*	X	X	X	X*	X*	X*	X*	X*	X	X*	X	X	X	X
14	85570000	Rio Vacacaí (Santa Maria)	2018	X	X*	X	X	X	X*	X*	X*	X*	X*	X	X*	X	X	X	X
15	85466000	Rio Vacacaí (São Gabriel)	2018	X	X*	X	X	X	X*	X*	X*	X*	X*	X	X*	X	X	X	X
16	85484000	Rio Vacacaí (Vila Nova Do Sul)	2018	X	X*	X	X	X	X*	X*	X*	X*	X*	X	X*	X	X	X	X
17	85436300	Rio Vacacaí-Mirim (Restinga Seca)	2018	X	X*	X	X	X	X*	X*	X*	X*	X*	X	X*	X	X	X	X
18	85438500	Rio Vacacaí-Mirim (Restinga Seca)	2018	X	X*	X	X	X	X*	X*	X*	X*	X*	X	X*	X	X	X	X
05	85600000	Passo Das Tunas	2002	X	X	X	X	X	X	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m
06	85480000	Passo Do Rocha	2002	X	X	X	X	X	X	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m
08	85610000	Passo Dos Freires	2002	X	X	X	X	X	X	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m
09	85470000	Ponte São Gabriel	2002	X	X	X	X	X	X	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m
10	85438000	Restinga Seca	2002	X	X	X	X	X	X	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m
19	85623000	São Sepé Montante	2002	X	X	X	X	X	X	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m
20	Balneabilidade	Passo do Verde	2003	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	X	n/m	n/m	n/m
21	Balneabilidade	Tunas	2003	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	n/m	X	n/m	n/m	n/m

X = parâmetro monitorado ; X = parâmetro não monitorado em 2019 ; n/m = parâmetro não monitorado*

A FEPAM realiza, anualmente, no período de verão o Projeto Balneabilidade, no qual monitora as condições biológicas das águas utilizadas para recreação e lazer. Para os pontos onde há água doce é realizado análises de coliformes termotolerantes ou, especificamente, da espécie pertencente a este grupo: *Escherichia coli* (segundo a Resolução CONAMA nº 357, de março de 2005[2], o parâmetro E. Coli poderá ser determinado em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes). Na bacia dos Rios Vacacaí-Vacacaí Mirim este Projeto monitora dois pontos desde 2003, um no Balneário Passo do Verde, no município de Santa Maria e o outro no Balneário das Tunas, no município de Restinga Seca (ambos no Rio Vacacaí).

Ambos os balneários são monitorados no último relatório, divulgado pela instituição[1], ambos os balneários estão próprios para banho. No Balneário das Tunas foi constatado 4,9 NMP e no Passo do Verde, 220 NMP. Segundo a Resolução nº 274 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 29 de novembro de 2000, que define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras, são impróprias quando os resultados de uma ou mais das últimas cinco de amostras coletadas no mesmo local constatar mais de mil coliformes termotolerantes ou mais de 800 Escherichia coli por cem mililitros, ou ainda, quando o valor obtido na última amostra for superior a 2,5 mil coliformes termotolerantes ou 2 mil Escherichia Coli por cem mililitros.

As estações da rede de qualidade em operação e os pontos de monitoramento de balneabilidade estão indicados na Figura 45.

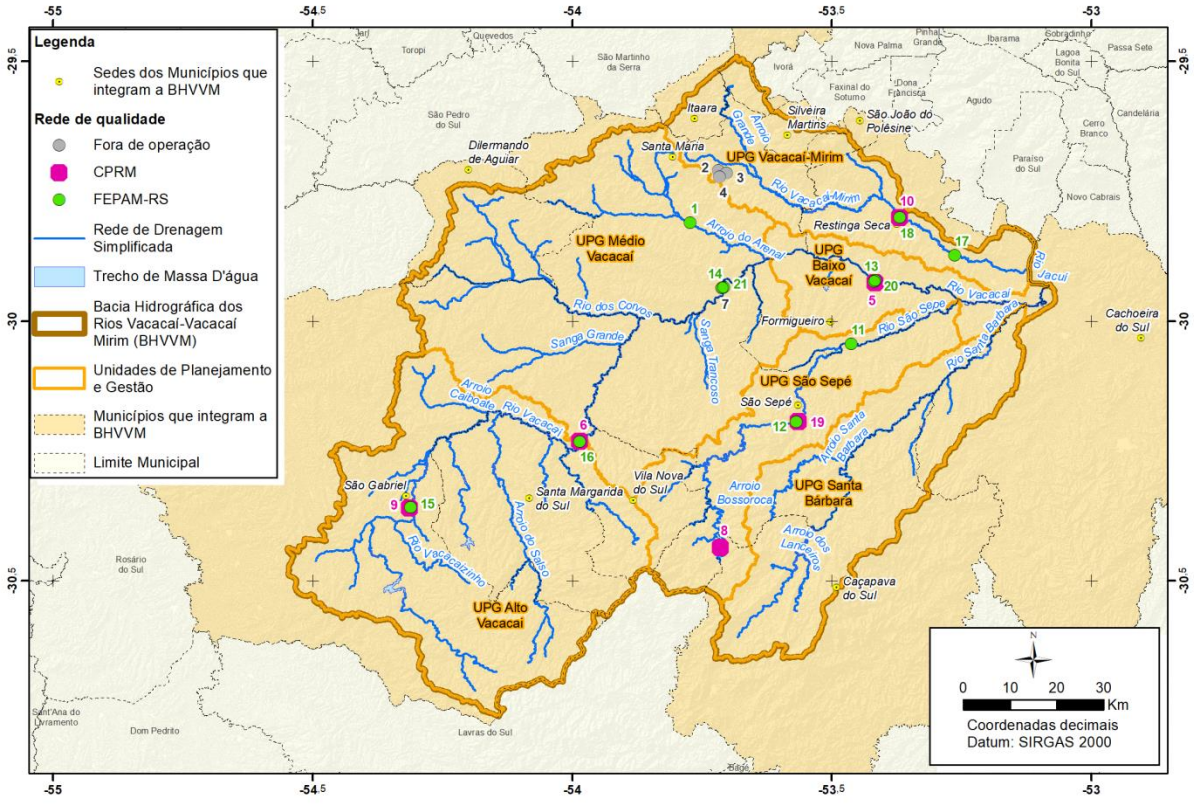


Figura 45: Localização do monitoramento de qualidade da água na BHVVM (os números indicam a estação apresentada no Quadro 64)

3.1.5 Avaliação do monitoramento por unidade de área

Para averiguar se o monitoramento da bacia hidrográfica está adequado, se analisa a relação da área por estação para cada UPG, ou seja, a densidade espacial de estações. Para isso, existem recomendações da Organização Meteorológica Mundial (*World Meteorological Organization*, WMO[184]) e da ANA[185], apresentadas no Quadro 65.

Quadro 65: Recomendações de densidade de estações (área por estação) e resolução temporal das medidas, segundo WMO e ANA, para cada tipo de monitoramento

Tipo	WMO planícies interiores (km²)	WMO morros, terrenos ondulados (km²)	Resolução temporal das medidas WMO	ANA Região Sul (km²)	Resolução temporal ANA
Precipitação	5.750	5.750	Diária; e pelo menos 10% das estações entre 1 a 2 minutos	-	-
Evaporação	5.000	50.000	Diariamente a semanalmente	-	-
Vazão (ou nível)	1.875	1.875	Horária; mais frequente para correntes superficiais	-	-
Sedimentos	12.500	12.500	Diariamente a semanalmente; horária a mais frequente em eventos de cheia	-	-
Qualidade da água	37.500	47.500	altamente variável para cada corpo hídrico e qualidade esperada; recomendado várias amostras a cada obs.	1.000	Trimestral

No trabalho da WMO são indicadas as áreas máximas médias para cada tipo de estação existente, para cada fenômeno monitorado analisado aqui e para cada um dos dois tipos de relevo. Para precipitação é recomendado uma estação a cada 5750 km² tanto para planícies longe da costa como para morros e terreno ondulado. Já para evaporação depende do tipo de relevo, sendo 5 mil km² por estação em planícies e 5 mil km² em morros ou ondulado. Para vazão recomenda-se uma estação a cada 1.875 km² e sedimentos 12.500 km², em ambos os relevos, e qualidade da água 37.500 ou 47.500 km². Além disso, há recomendações mais gerais para resolução temporal das medidas por parte das estações. A ANA apresenta recomendação de densidade para qualidade da água, sendo de pelo menos 1 estação a cada 1000 km² com

[184] WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Guide to Hydrological Practices: Hydrology - From Measurement to Hydrological Information. V. 1, 6. ed. Geneva, 2008. Disponível em http://www.wmo.int/pages/prog/hwrp/publications/guide/english/168_Vol_I_en.pdf;
WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 1989: Manual on Operational Methods for the Measurement of Sediment Transport. Operational Hydrology Report No. 29, WMO-No. 686, Geneva, 1989. Disponível em https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=1691

[185] AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução nº 903, de 22 de julho de 2013. Cria a Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais – RNQA e estabelece suas diretrizes. Brasil, Disponível em <http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2013/903-2013.pdf>

medidas trimestrais.

A bacia hidrográfica possui área total de pouco mais de 11 mil km². De acordo com a avaliação da rede de monitoramento existente, apresentada no Quadro 66, e comparando com o recomendado (Quadro 65), pode-se ver que a maioria das unidades de planejamento de gestão (UPG) da bacia possuem monitoramentos considerados suficientes, segundo o recomendado pela WMO e ANA. Por exemplo, para precipitação quatro das cinco UPGs possuem estações suficientes, com valores de uma estação a cada 236,3 km² até uma estação a cada 662,2 km² (recomendado 5.750 km²). Já para a UPG Santa Bárbara, não há estação de qualquer tipo de monitoramento, nem mesmo de precipitação. Além disso, as outras UPGs possuem falta de evaporação e/ou sedimentos. E ainda, a bacia hidrográfica como um todo apresenta monitoramento de vazão (ou nível) quase no limite recomendado.

Quadro 66: Avaliação da rede de monitoramento para cada UPG e bacia completa

UPG	Tipo Relevo*	Área (km²)	Quantidade de estações e densidade (km²/estação)									
			Precipitação		Evaporação		Vazão (ou nível)		Sedimentos		Qualidade da água	
Vacacaí Mirim	2	1181,3	5	236,3	2	585,3	2	590,7	0	s/e	2	590,7
Baixo Vacacaí	1	662,2	1	662,2	0	s/e	2	331,1	1	662,2	2	331,1
Médio Vacacaí	2	3490,1	9	387,8	0	s/e	2	1745,1	0	s/e	3	1163,4
Alto Vacacaí	2	2971,2	5	594,2	0	s/e	2	1485,6	0	s/e	3	990,4
São Sepé	2	1276,8	4	319,2	0	s/e	3	425,6	1	1276,8	5	255,4
Santa Bárbara	2	1606,7	0	se**	0	s/e	0	s/e	0	s/e	0	s/e
Área BHVVM	-	11188,3	24	428,5	2	5570,7	11	1856,9	2	5570,7	15	1114,1

**Tipo de relevo: 1 – planícies interiores; 2- morros, terrenos ondulados; s/e = sem estação*

Para o monitoramento de evaporação a BHVVM como um todo possui uma estação para cada 5570 km², o que está muito superior ao recomendado para relevo ondulado. Portanto, não haveria necessidade de cada UPG ter uma estação deste tipo.

Ao se considerar a BHVVM como um todo se observa que todos os tipos de monitoramento tratados são considerados suficientes. Principalmente para precipitação onde o monitoramento é superior ao recomendado. Entretanto, enquanto há regiões da bacia supra monitorados, com aglomeração de estações, como na UPG Vacacaí-Mirim próximo a Santa Maria, há outras áreas que não apresentam tipo algum de monitoramento, em especial na UPG Santa Bárbara. Ressalta ainda que algumas estações, principalmente as da SEMA-RS, se encontram nos mesmos pontos das estações da CPRM, isto se deve por que as estações da SEMA-RS operam, de forma complementar as da CPRM, com telemetria.

3.2 Panorama geral e avaliação da rede de monitoramento subterrânea

Atualmente, no Brasil, o monitoramento da água subterrânea é realizado principalmente através da Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas (RIMAS), a qual é planejada, coordenada e operada pela CPRM[186]. Além do projeto RIMAS, atualmente existem, na DIOUT da SEMA-RS, 96 processos de outorga de água subterrânea para fins de monitoramento quantitativo e/ou qualitativo. A Figura 46 apresenta a rede de monitoramento

186 Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas (RIMAS). Disponível em: http://rimasweb.cprm.gov.br/layout/apresentacao.php

subterrânea para a Bacia Hidrográfica dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim. A CPRM também mantém o Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), que, apesar de não possuir o mesmo objetivo de monitoramento quali-quantitativo das águas subterrâneas, detém uma base de informações de poços tubulares cadastrados que é permanentemente atualizada; atualmente sua base conta com 215 poços cadastrados na bacia BHVVM[187].

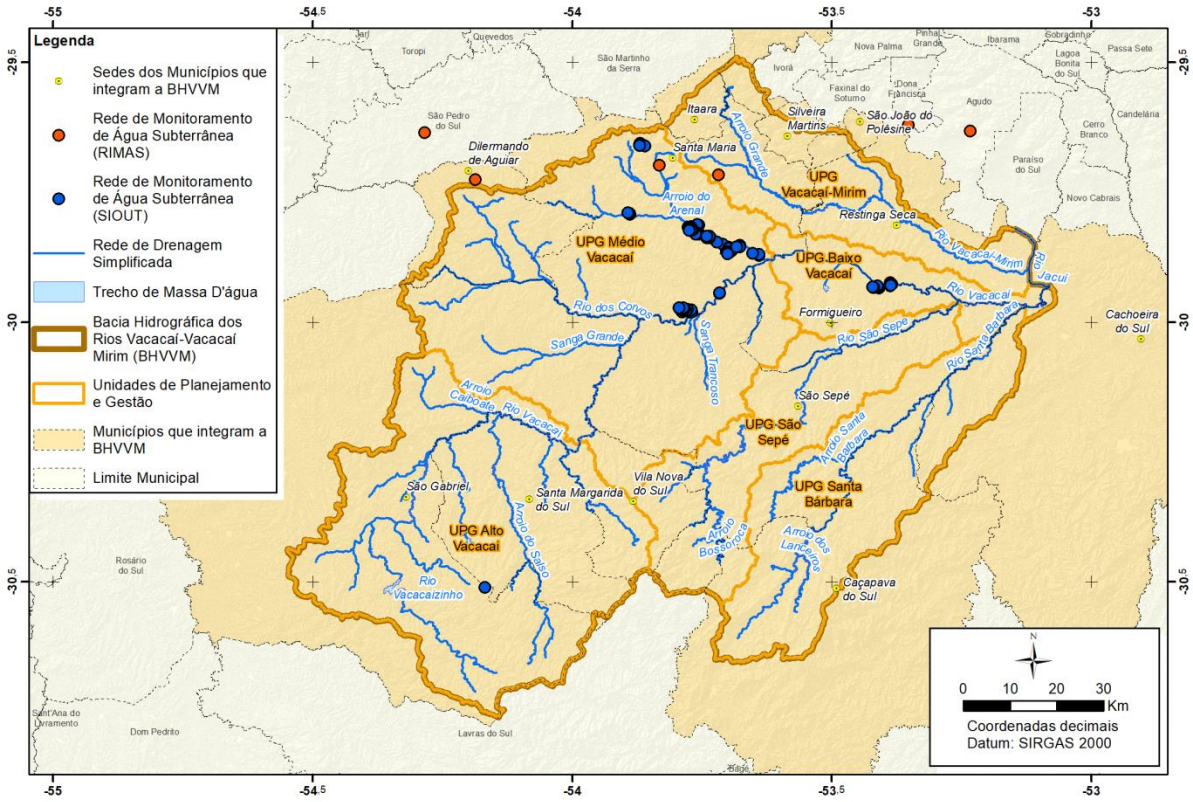


Figura 46: Mapeamento das estações de monitoramento de água subterrânea na BHVVM

A rede RIMAS detém a maioria das informações contínuas de monitoramento de água subterrânea. A rede esta implantada nos principais aquíferos do país e tem natureza fundamentalmente quantitativa, ou seja, tem como objetivo registrar as variações (diárias) de nível da água (NA). Os dados de NA são coletados por equipamentos automatizados (dataloggers) instalados nos poços de monitoramento para cálculo da quantidade de água subterrânea existente e sua variação. Ainda que a rede não tenha como objetivo específico à avaliação qualitativa da água subterrânea, foi idealizado um sistema de alerta e controle de qualidade com medições anuais da condutividade elétrica, pH, potencial de oxirredução além de atender parcialmente aos parâmetros mínimos fixados pela resolução CONAMA Nº 396 para o monitoramento.

A Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí-Vacacaí Mirim possui dois (2) poços de monitoramento subterrâneo do RIMAS, ambos localizados no município de Santa Maria. Um

187 Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS). Disponível em: http://siagasweb.cprm.gov.br.

se encontra na Sede Regional da CORSAN (4300021600) e outro no Campus da UFSM no prédio 21 do Curso de Química (4300000556). Além desses poços, o RIMAS possui quatro (4) poços de monitoramento próximos do limite externo da bacia: No Parque de Exposição do município de Dilermando de Aguiar (4300022135), a 1km da bacia; próximo ao museu municipal em São Pedro do Sul (4300021601); na Rua 17 de Julho em Dona Francisca (4300027357); e na ETA de Agudo (4300006559). As características dos locais e as estatísticas descritivas do nível da água dos poços podem ser observadas na Figura 47 e Quadro 67, respectivamente.

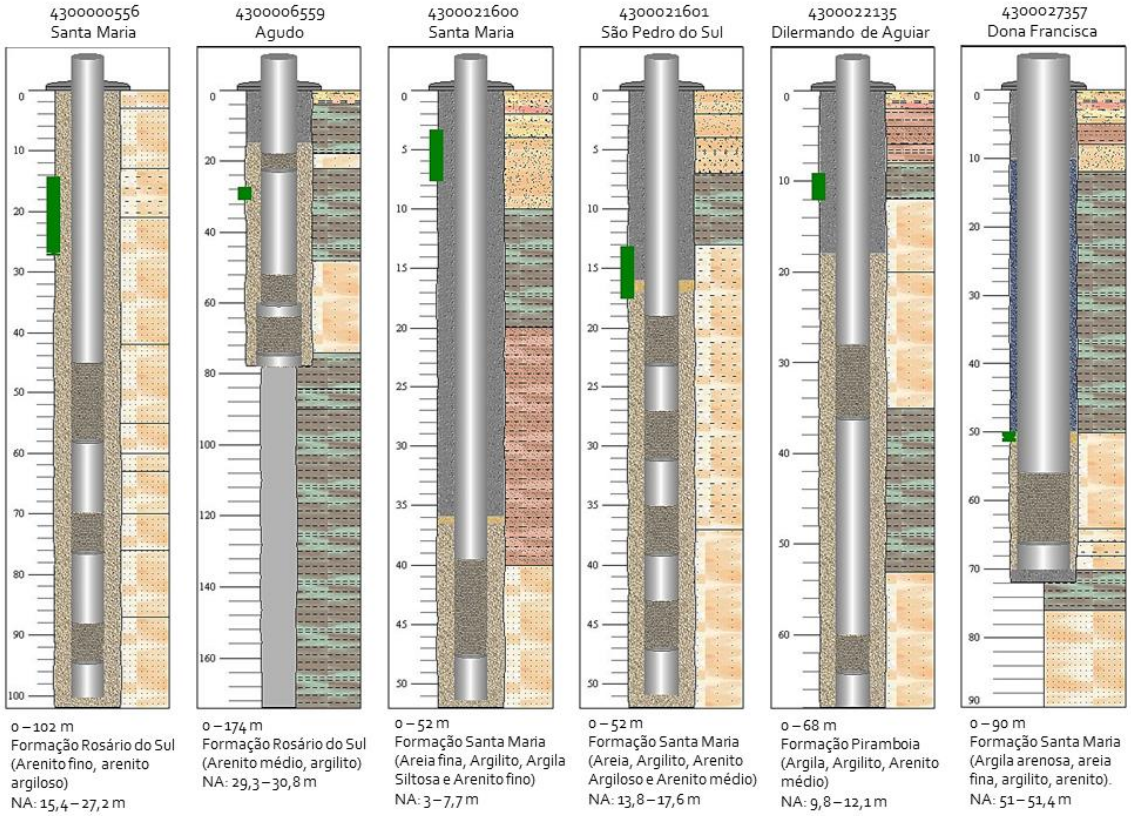


Figura 47 - Poços de Monitoramento do projeto RIMAS.

Quadro 67: Estatísticas descritivas do nível da água nos poços de monitoramento da rede RIMAS/CPRM

Nº do Poço	Município	Nível da Água (m)				
		Mínimo	Média	Máximo	Intervalo	Desvio Padrão
4300000556	Santa Maria	15,43	20,80	27,20	11,77	3,36
4300006559	Agudo	29,28	30,16	30,77	1,49	0,42
4300021600	Santa Maria	3,95	5,39	7,66	3,71	0,75
4300021601	São Pedro do Sul	13,76	15,54	17,57	3,81	0,80
4300022135	Dilermando de Aguiar	9,85	10,91	12,10	2,25	0,51
4300027357	Dona Francisca	51,01	51,22	51,47	0,46	0,10

O Gráfico 27 apresenta os dados de nível diários desde agosto de 2013 das estações da rede RIMAS, com exceção das estações de Dilermando de Aguiar (início dos dados em 2014), de Agudo e Dona Francisca. Essas últimas duas possuem poucos dados para o ano de 2019, e por isso não foram contempladas no gráfico. Os valores médios de nível mais baixos são das estações 4300021600 e 4300022135, 5,4 e 11 metros, respectivamente. O desvio padrão para ambas as estações também é baixo em relação às estações 4300000556 e 4300021601, ou seja, a dispersão dos valores de nível ao longo do tempo é relativamente baixa. A estação 4300000556, no campus da UFSM é a que apresentou maior intervalo nos valores de nível chegando a aproximadamente 15,4 metros, a partir de janeiro (verão) do ano de 2015.

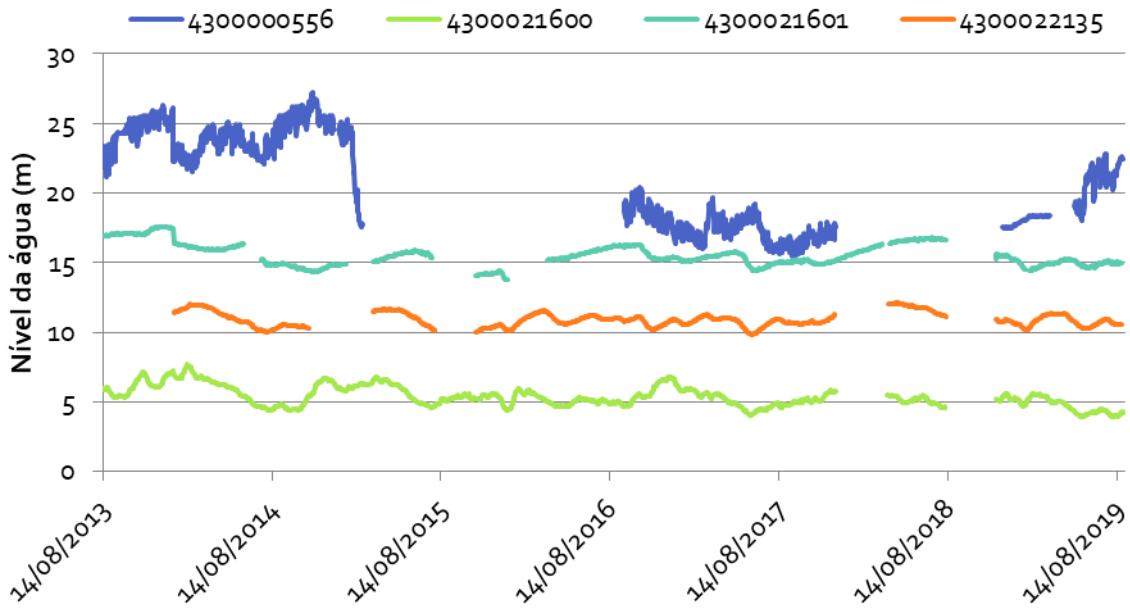


Gráfico 27 - Série temporal dos pontos de monitoramento de nível subterrâneo na BHVVM

3.3 Rede de monitoramento prevista

Há previsão de instalação nos próximos meses de uma estação meteorológica no município de São Sepé, quase divisa de Caçapava do Sul (coordenadas -30,3689 ; -53,5254), conforme mostra Figura 48. Trata-se de uma estação meteorológica Davis Vantage (telemétrica) adquirida pela Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural (SEAPDR). Após a instalação de 16 estações telemétricas na bacia, entre os anos de 2018 e 2019, o DRHS/SEMA-RS não prevê a instalação de mais estações. O INMET e CEMADEN também não estudam a possibilidade de novos pontos de monitoramento. Quanto ao monitoramento da qualidade da água a FEPAM não prevê a inserção de novos pontos para a Rede Básica de Qualidade.

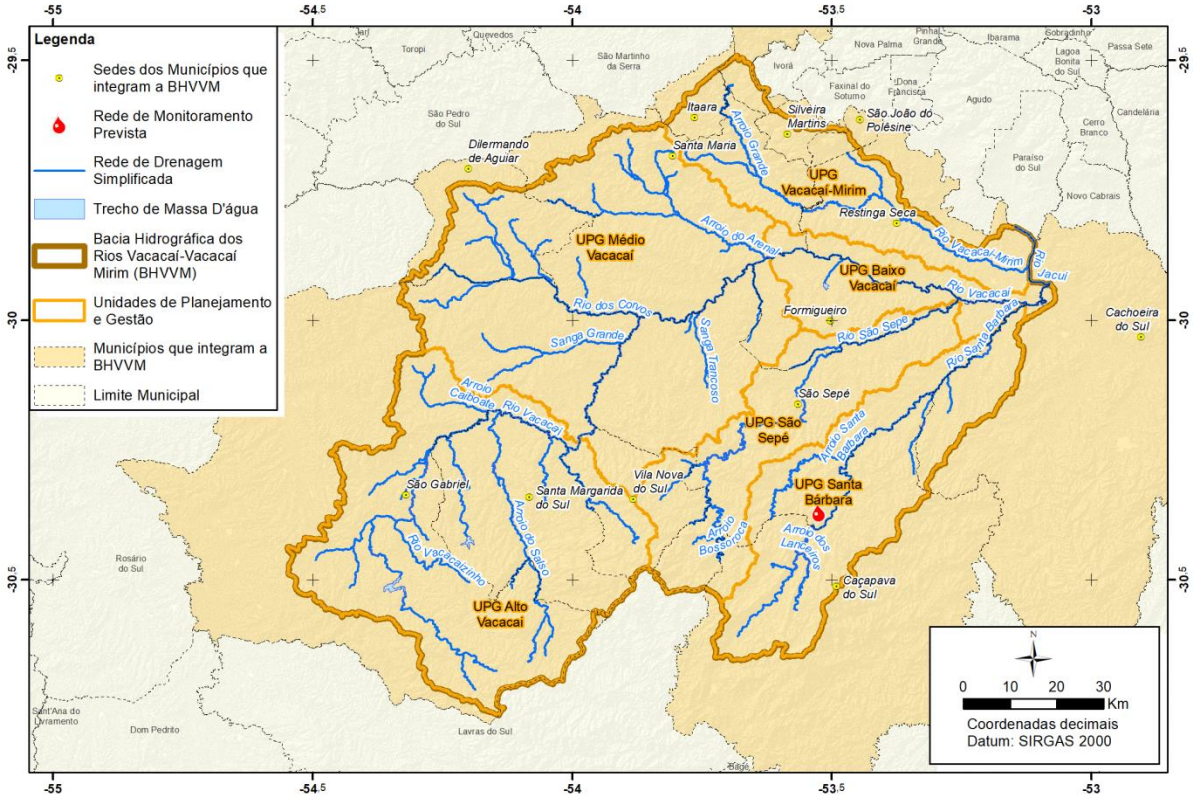


Figura 48: Localização da estação de monitoramento meteorológico prevista

3.4 Pontos de monitoramento

Conforme os estudos existentes na região, foram identificados diversos pontos de monitoramento que, apesar de não comporem a rede de monitoramento da bacia, congregam muita informação sobre os parâmetros monitorados na bacia hidrográfica. Ainda, o setor de saneamento mantém vários pontos de monitoramento que integram os sistemas de abastecimento e esgotamento sanitário. Dessa forma, foi realizada a organização desses pontos de monitoramento, ainda que tenham sido mantidos por um breve período de tempo, mas que complementam a base de dados de monitoramento.

A CORSAN mantém o monitoramento dos pontos onde há captação subterrânea e superficial de água para abastecimento. Também foram localizados pontos de monitoramento de pesquisas realizadas pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e no projeto Saúde da Água, da Fundação MO'Ã. A localização dos pontos está apresentada na Figura 49 e os respectivos descritivos nos itens que seguem.

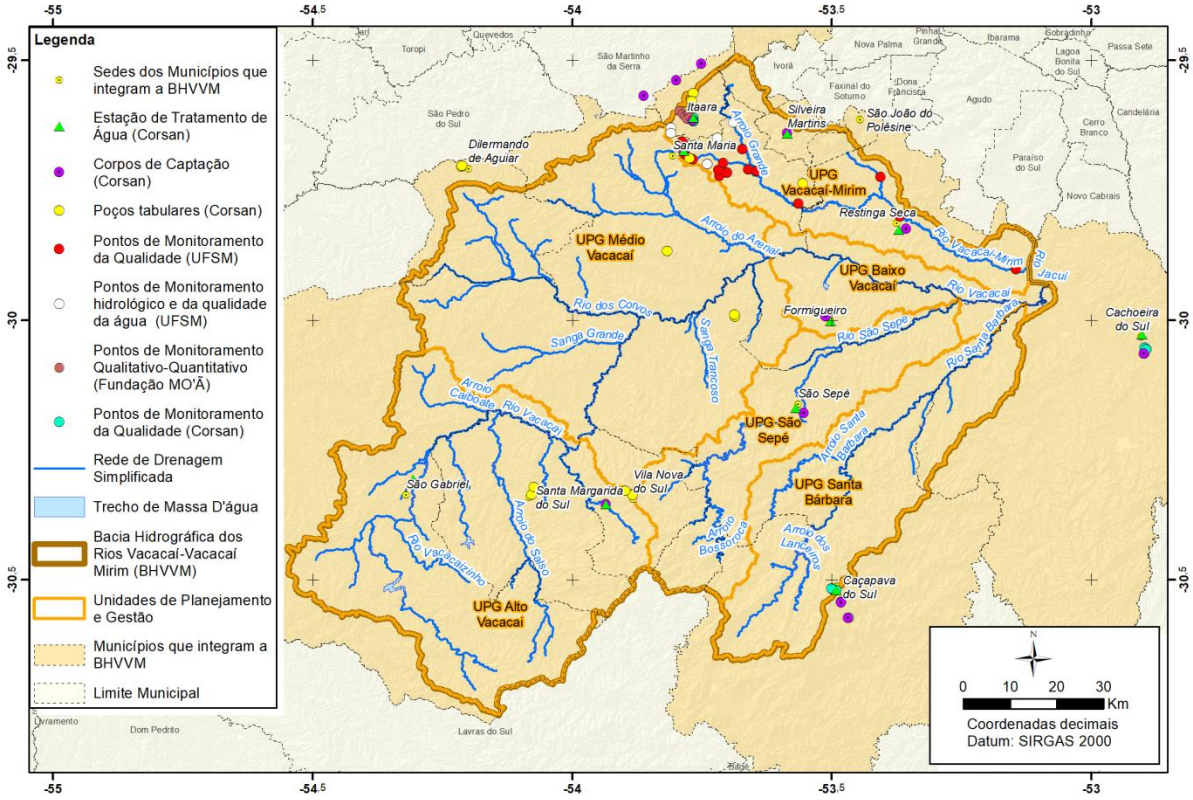


Figura 49: Localização dos pontos de monitoramento da CORSAN (ETA's, poços e captações), pesquisas da UFSM e do Projeto Saúde da Água (Fundação MO'Ã)

3.4.1 Pontos de monitoramento da CORSAN

Na bacia hidrográfica dos rios Vacacaí-Vacacaí Mirim a CORSAN possui dados de monitoramento da qualidade em diversos pontos, compreendidos por 8 Estações de Tratamento de Água (ETA), 15 poços tubulares e outros 9 pontos onde é realizado o monitoramento do corpo hídrico receptor. As 4 ETAs localizadas dentro dos limites da bacia hidrográfica recebem água de 12 corpos de captação, sendo 5 deles fora dos limites da bacia hidrográfica.

O Quadro 68 apresenta as Estações de Tratamento de Água e os corpos de captação de água bruta onde existe o monitoramento. Os cinco pontos de captação de água que se encontram fora dos limites da bacia são referentes à ETA de Caçapava do Sul (Barragem no Arroio Salso e Arroio Fonte do Mato) e à ETA de Santa Maria (Barragem Saturnino de Brito, Rio Ibicuí Mirim - Barragem Rodolfo da Costa e Silva, e Rio Ibicuí Mirim). Os respectivos identificadores (ID) desses pontos estão mapeados na Figura 49.

Quadro 68: Monitoramento dos pontos de captação (ID) correspondentes às ETAs da CORSAN

Nome da ETA	Coordenadas		ID	Corpo de captação
	Latitude	Longitude		
ETA Caçapava	-30,5199	-53,4917	C1	Barragem no Arroio Salso*
			C2	Arroio Fonte do Mato*
ETA Formigueiro	-30,0021	-53,5023	C3	Barragem no Arroio Matias
ETA Itaara	-29,6111	-53,7661	C4	Lago natural da Sociedade Concórdia Caça e Pesca (SOCEPE)
ETA Restinga	-29,8265	-53,3713	C5	Barragem Sanga Santa Gertrudes
ETA Santa Maria	-29,6746	-53,7847	C6	Barragem do DNOS
			C7	Barragem Saturnino de Brito (recebe por grav. da Rodolfo Costa e Silva)*
			C8	Rio Ibicuí Mirim - Barragem Rodolfo da Costa e Silva*
			C9	Rio Ibicuí Mirim*
ETA São Sepé	-30,1699	-53,5693	C10	Rio São Sepé
ETA Silveira	-29,6411	-53,5862	C11	Barragem no Arroio Veado
ETA Vila Nova	-30,3544	-53,9347	C12	Arroio Cambaí

* Corpos de captação fora dos limites da bacia.

Os resultados das análises da água bruta foram fornecidos pela CORSAN para incorporação ao Plano de Bacia, referente ao período de 2019. Sendo que, os ensaios são realizados antes do tratamento da água para o consumo humano, desta forma, não se referem à qualidade da água potável, mas sim água bruta que é utilizada para o abastecimento. O Quadro 69 apresenta a frequência que é realizada análises físico-químicas e microbiológicas da água bruta pela CORSAN.

Quadro 69: Frequência de análises do monitoramento dos pontos de captação das ETAs da CORSAN

Parâmetros	Frequência de análise
Turbidez (UT)	Horária
pH	Horária
Cor (mg/L Pt-Co)	Diária
Alcalinidade (mg/L CaCO)	Diária
Matéria Orgânica (mg/L O2)	Diária
Dureza (mg/L CaCO)	Semanal
O_2 Dissolvido (mg/L O_2 Dissolvido)	Semanal
Ferro (mg/L Fe^{2+})	Semanal
Manganês (mg/L Mn^{2+})	Semanal
Escherichia coli (NMP total por 100 mL)	Mensal

Além desses parâmetros outros são medidos de forma não sistemática, mas com o objetivo de se indicar a qualidade química da água, detectar contaminantes químicos orgânicos e inorgânicos e detectar poluentes oriundos de despejos industriais, sendo eles:

Acrilamida, Benzidina, Benzo[a]Antraceno, Benzo[a]pireno, Benzo[b]Fluoranteno, Boro Total, Carbaril, Cianeto livre, Criseno, DDT+DDD+DDE, Demeton (Demeton-O+Demeton-S), Dibenzo [a,h] Antraceno, Dodecacloro Pentaciclodecano, Fenóis, Gution, Indeno[1,2,3-cd]Pireno, Malation Paration, PCBs Bifenilas Policloradas, Sulfeto de Hidrogenio, Toxafeno, Tributilestanho, Urânio Total, 2-Clorofenol, 2,4-Diclorofenol, 2,4,5 -T, 2,4,5 -TP, Ácido Aminometilfosfônico, Alaclor, Aldrin/Dieldrin, Atrazina, Bentazona, Clordano (alfa, gama, t-Nonacloro), DDT (o,p' e p,p'), Endossulfan (alfa, beta, sulfato), Endrin, Glifosato, Glifosato + Ampa, Heptacloro / Heptacloro Epóxido, Hexaclorobenzeno, Lindano, Metolacloro, Metoxicloro, Molinato, Pendimetalina, Pentaclorofenol, Permetrina (cis e trans), Propanil, Simazina, Trifluralina, 2,4 D + 2,4,5 T, 2,4-D, 2,4,6 - Triclorofenol, Alumínio Dissolvido, Alumínio Total, Arsênio Total, Bário Total, Berílio Total, Cádmio Total, Cálcio total, Chumbo Total, Cobalto Total, Cobre Dissolvido, Cobre Total, Cromo Hexavalente, Cromo Total, Ferro Dissolvido, Ferro Total, Lítio Total, Magnésio total, Manganês Total, Mercúrio Total, Níquel Total, Prata Total, Selênio Total, Vanádio Total, Zinco Total, Amônia, Bicarbonatos, Cloreto, Condutividade, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal, Sólidos Dissolvidos Totais e Sulfato.

Nas barragens de captação SOCEPE, Barragem Sanga Santa Gertrudes e Barragem do DNOS, além de parâmetros apresentados no Quadro 69, também é realizada a quantificação da densidade de grupos de Fitoplâncton, constituídos principalmente por clorofíceas, diatomáceas, fotoflagelados e cianobactérias.

Além do monitoramento da água bruta que chega nas ETAs, no Quadro 70 constam informações de outros pontos de monitoramento da CORSAN nos corpos receptores. Estão localizados nos municípios de Itaara, Caçapava do Sul e Santa Maria. Em Caçapava do Sul são seis pontos, havendo disponibilidade de dados semestrais no período de 2015 a 2019 para os pontos P4, à montante do lançamento e P5, à jusante do lançamento. Os resultados das análises são para os parâmetros de pH, Turbidez, Dureza, Ferro, Manganês, OD, DBO_5, Alumínio e Chumbo. Para os pontos P4 e P5, à jusante e a montante do lançamento de efluente, respectivamente, em Itaara o período dos resultados das análises é para 2017 e 2018. Em Santa Maria, no curso hídrico Sanga Norte, os dois pontos à montante e à jusante da ETE Lorenzi possuem dados de 2019, com parâmetros de pH, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Totais, Óleos e Graxas, Surfactantes, DQO (mg/L O_2), DBO_5, Nitrogênio Amoniacal, Fósforo Total e *Escherichia coli*. Os respectivos identificadores (ID) desses pontos estão mapeados na Figura 49.

Quadro 70: Pontos de monitoramento ambiental de corpos receptores

Descrição do Ponto	Município	Coordenadas		ID
		Latitude	Longitude	
Capt. Barragem Arroio do Salso	Caçapava do Sul	-30,5731	-53,4680	P1A
Capt. Barragem Fonte do Mato	Caçapava do Sul	-30,5426	-53,4813	P1B
ETA	Caçapava do Sul	-30,5207	-53,4943	P2
lançamento efluente	Caçapava do Sul	-30,5170	-53,5003	P3
à montante do lançamento	Caçapava do Sul	-30,5173	-53,4999	P4
à jusante do lançamento	Caçapava do Sul	-30,5167	-53,5004	P5
Capt. Barragem Lago da SOCEPE	Itaara	-29,6157	-53,7672	P1
ETA	Itaara	-29,6113	-53,7655	P2
lançamento efluente	Itaara	-29,6181	-53,7662	P3
à montante do lançamento	Itaara	-29,6157	-53,7672	P4
à jusante do lançamento	Itaara	-29,6178	-53,7661	P5
ETE à montante do lançamento	Santa Maria	-29,7250	-53,8186	P1
ETE à jusante do lançamento	Santa Maria	-29,7273	-53,8184	P2

O Quadro 71 resume os poços utilizados para o abastecimento comunitário, e que são monitorados pela CORSAN. Os períodos dos relatórios de ensaios da água bruta são de 2019 a 2020 e os parâmetros que englobam as análises físico-químicas e microbiológicas da água bruta são os mesmos descritos anteriormente. Os respectivos identificadores (ID) desses pontos estão mapeados na Figura 49.

Quadro 71: Poços tubulares de abastecimento monitorados pela CORSAN

Município	Nome	Coordenadas		ID	Cadastro SIOUT RS	Região abastecida
		Latitude	Longitude			
Dilermando de Aguiar	COR DIL 05	-29,705	-54,213	PT1*	2018/033.588	sede
Dilermando de Aguiar	COR DIL 02B	-29,703	-54,212	PT2*	2018/033.147	sede
Itaara	COR IAA 03	-29,563	-53,767	PT3	2018/010.932	sede
Itaara	COR IAA 01	-29,579	-53,770	PT4	2018/010.929	sede
Santa Margarida do Sul	COR SMS 04	-30,336	-54,078	PT5	2018/015.451	sede
Santa Margarida do Sul	COR SMS 05	-30,322	-54,074	PT6	2018/015.455	Barro Vermelho
Santa Maria	COR SMA 01	-29,689	-53,774	PT7	2018/008.511	Vila Bilibiu
Santa Maria	COR SMA ARS 03	-29,737	-53,556	PT8	2019/019.067	Arroio do Só
Santa Maria	COR SMA FLO 03	-29,867	-53,817	PT9	2018/030.929	Santa Flora
São Sepé	COR SSP VBL 03	-29,994	-53,686	PT10	2019/023.249	Vila Block
São Sepé	COR SSP VBL 01	-29,990	-53,687	PT11	2019/023.248	Vila Block
Vila Nova do Sul	COR VNS 08	-30,336	-53,884	PT12	2019/018.906	sede
Vila Nova do Sul	COR VNS 02	-30,335	-53,884	PT13	2019/018.904	sede
Vila Nova do Sul	COR VNS 01	-30,337	-53,884	PT14	2019/018.901	sede
Vila Nova do Sul	COR VNS STZ 01	-30,329	-53,898	PT15	2019/018.912	Santa Terezinha

* Fora dos limites da bacia

3.4.2 Pontos de monitoramento de pesquisas da UFSM

Diversos estudos[188] da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) realizaram monitoramento hidrológico e da qualidade da água em trechos de rios na UPG do rio Vacacaí Mirim. São 11 pontos de monitoramento com dados de nível e vazão e outros 18 pontos com dados de qualidade da água, apresentados na Figura 49. No Quadro 72 estão os pontos de monitoramento de nível e vazão, sendo alguns pontos também com dados de sedimentos.

[188] Estudos desenvolvidos com coordenação dos professores Maria do Carmo Cauduro Gastaldini, Eloiza Maria Cauduro Dias de Paiva e João Batista Dias de Paiva, tendo sidos os dados disponibilizados para o Plano de Bacia.

Quadro 72: Pontos de monitoramento com dados[189] de nível (N), vazão (Q) e sedimentos (Qs)

Nome da Estação	Trecho de Coleta	Tipo de medição	Coordenadas		ID	Dado	Período de dados		Área de drenagem (km²)
			Latitude	Longitude			Início	Fim	
Alto da Colina I	Trecho sem nome	Eletrônico	-29,70	-53,74	E1	N,Q,Qs	01/10/1999	16/01/2011	1,8
Alto da Colina II	Trecho sem nome	Eletrônico	-29,70	-53,74	E2	N,Q,Qs	01/06/2001	26/03/2002	1,40
Arroio Grande	Arroio Grande	Mecânico	-53,69	-29,62	E3	N,Q,Qs	22/03/1989	01/10/1990	125
Cidade dos Meninos		Mecânico	-29,65	-53,.72	E4	N,Q	01/01/1994	07/10/1997	51,8
Menino Deus II	Trecho sem nome	Mecânico	-29,66	-53,79	E5	N,Q,Qs	10/02/1998	30/06/2000	5,1
		Eletrônico	-29,66	-53,79		N,Q,Qs	22/12/2000	28/02/2002	5,1
		Eletrônico	-29,66	-53,79		N	01/04/2010	Sem informção	5,1
Menino Deus III	Rio Vacacaí-Mirim	Mecânico	-29,66	-53,79	E6	N,Q,Qs	30/09/1998	21/09/2000	17,44
Menino Deus IV	Rio Vacacaí-Mirim	Eletrônico	-29,66	-53,79	E7	N	08/02/2011	Sem informção	18,67
Rancho do Amaral	Rio Vacacaí-Mirim	Eletrônico	-29,63	-53,81	E8	N, Q, S	22/08/2007	Sem informção	4,5
Rincão do Soturno	Rio Vacacaí-Mirim	Eletrônico	-29,64	-53,81	E9	N, Q, QS	22/08/2007	04/01/2010	11,98
Sítio do Tio Pedro	Trecho sem nome	Eletrônico	-29,67	-53,79	E10	N,Q,Qs	01/06/2000 19/04/2001	31/01/2001 25/03/2004	0,53

[189] LUIZ ANTONIO RICHTER. "DETERMINACAO DA REGULARIZACAO DE VAZOES DA BACIA DO ARROIO GRANDE UTILIZANDO METODOLOGIA PARA PEQUENAS BACIAS COM DADOS ESPARSOS.". 1992. Dissertação - Universidade Federal de Santa Maria, . Orientador: Joao Batista Dias de Paiva.;
PAIVA, J. B. D. de; BELLINASO, Tracísio Barcellos . Avaliação da Produção de Sedimentos em Eventos Chuvosos em uma Pequena Bacia Hidrográfica Semi-Urbana de Encosta. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 12, p. 1-10, 2007.;
LUIZ ANTONIO RICHTER. "DETERMINACAO DA REGULARIZACAO DE VAZOES DA BACIA DO ARROIO GRANDE UTILIZANDO METODOLOGIA PARA PEQUENAS BACIAS COM DADOS ESPARSOS.". 1992. Dissertação - Universidade Federal de Santa Maria, . Orientador: Joao Batista Dias de Paiva.
LUIZ ANTONIO RICHTER. "DETERMINACAO DA REGULARIZACAO DE VAZOES DA BACIA DO ARROIO GRANDE UTILIZANDO METODOLOGIA PARA PEQUENAS BACIAS COM DADOS ESPARSOS.". 1992. Dissertação - Universidade Federal de Santa Maria, . Orientador: Joao Batista Dias de Paiva.
FRONZA, D. (1995). "Avaliação de modelos matemáticos precipitação vazão na bacia hidrográfica do rio Vacacaí Mirim". Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, 147 p

Foram levantados mais 18 pontos que fazem parte de pesquisas que avaliaram principalmente a qualidade da água na bacia. Metade dos pontos se localiza no rio Vacacaí Mirim e em pequenos rios próximos a área urbana da cidade de Santa Maria. No Quadro 73 estão indicados os pontos.

Quadro 73: Pontos de monitoramento de qualidade da água[190]

Código / Nome	Curso Hídrico	Coordenadas		ID	Período de dados	
		Latitude	Latitude		Início	Fim
85439000 / Bacia Escola UFSM / Pains	Arroio Mariano da Rocha	-29,717	-53,702	PQ16	2004	Em andamento
85439100 / Bacia Escola UFSM (Reitoria)	Arroio da Reitoria	-29,723	-53,716	PQ17	2004	Em andamento
85439200 / Bacia Escola UFSM / Gráfica	Arroio da Gráfica	-29,711	-53,718	PQ18	2004	Em andamento
PQ-01[1]	Trecho Sem Nome	-29,657	-53,788	PQ1	2005	2006
PQ-02	Rio Vacacaí-Mirim	-29,659	-53,790	PQ2	2005	2006
PQ-03	Rio Vacacaí-Mirim	-29,682	-53,782	PQ3	2005	2006
PQ-04	Rio Vacacaí-Mirim	-29,698	-53,709	PQ4	2005	2006
PQ-05	Arroio do Meio	-29,671	-53,672	PQ5	2005	2006
PQ-06	Rio Vacacaí-Mirim	-29,710	-53,661	PQ6	2005	2006
PQ-07	Córrego da UFSM (Sem Nome)	-29,717	-53,702	PQ7	2005	2006
PQ-08	Arroio Grande	-29,713	-53,645	PQ8	2005	2006
PQ-09	Rio Vacacaí-Mirim	-29,776	-53,564	PQ9	2005	2006
PQ-10	Arroio da Divisa	-29,725	-53,406	PQ10	2005	2006
PQ-11	Rio Vacacaí-Mirim	-29,801	-53,369	PQ11	2005	2006
PQ-12	Rio Vacacaí-Mirim	-29,902	-53,145	PQ12	2005	2006
Bacia João Goulart[2]	Rio Vacacaí-Mirim	-29,691	-53,768	PQ13	2015	2016
Menino Deus IV[3]	Rio Vacacaí-Mirim	-29,659	-53,790	PQ14	2011	2012
Menino Deus II[4]	Trecho Sem Nome	-29,657	-53,788	PQ15	2011	2012

Os resultados das análises da água bruta possuem períodos de coletas diversos, coletados nos anos de 2004, 2005, 2006, 2015 e 2016. O Quadro 74 apresenta os principais parâmetros coletados e a quantidade de amostras analisadas em todas as campanhas de campo.

[190] GASTALDINI, M. C. C., BRITES, A. P. Z. , SILVA, C. E., OPPA, L. F. . Diagnóstico da Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí Mirim. In: XXX Congreso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, 2006, Punta del Este. Rescatando Antiguos Principios para los Nuevos Desafios del Milenio. Montevideo: AIDIS, 2006. v. 1. p. 1-12.;
Gláucia Ghesti Pivetta. Avaliação de Cargas Poluidoras e Contaminantes Emergentes na Bacia Hidrográfica Vacacaí - Vacacaí Mirim. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Orientador: Maria do Carmo Cauduro Gastaldini.;
Marielle Medeiros de Souza. Carga de poluição difusa em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Orientador: Maria do Carmo Cauduro Gastaldini.;
Marielle Medeiros de Souza. Impacto das atividades antrópicas na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Vacacaí Mirim - RS. 2019. Tese (Doutorado em Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Orientador: Maria do Carmo Cauduro Gastaldini.

Quadro 74: Principais parâmetros e quantidade de análises.

Parâmetros principais	Quantidade de amostras
Turbidez (UT)	96
pH	108
Condutividade Elétrica ($\mu S/cm$)	108
O_2 Dissolvido (mg/L O_2 Dissolvido)	108
Temperatura da água (ºC)	108
Coliformes Totais (NMP·100mL $^{-1}$)	108
Escherichia coli (NMP·100mL $^{-1}$)	108
DBO (mg·L^{-1})	108
Sólidos totais (mg·L^{-1})	96
Sólidos suspensos (mg·L^{-1})	96
Sólidos dissolvidos (mg·L^{-1})	96

Além desses, foram analisados também os seguintes parâmetros : Nitrato (mg/L - NO_3^-), Nitrito (mg/L - NO_2^-), Fosfato (mg·L^{-1}), DQO (mg·L^{-1}), Fluoreto (mg/L - F^-), Cloreto (mg/L - Cl^-), Fósforo total (mg/L), Sulfato (mg/L - SO_4^{2-}), Ferro total (mg/L), Alumínio (mg/L), Cálcio (mg/L), Magnésio (mg/L), Sódio (mg/L), Cádmio (mg/L), Zinco (mg/L), Mercúrio (mg/L), Cobre (mg/L), Cromo (mg/L), Manganês (mg/L).

3.4.3 Pontos de monitoramento do projeto Saúde da Água (Fundação MO'Ã)

Na UPG Vacacaí-Mirim a Fundação MO'Ã, a partir do Projeto Saúde da Água, coletou amostras em seis nascentes: Pallotti 01, Pallotti 02, Pallotti 03, Pallotti 04, Pallotti 05 e Pallotti 06 (N1, N2, N3, N4, N5 e N6). Estas nascentes compõem a sub-bacia do Arroio Manoel Alves, município Itaara. Cada nascente tem área de trabalho de 0,78 ha, com total de 4,68 ha. Além destas, há amostras de um ponto no próprio Arroio Manoel Alves, localizada na Cáchara do Colégio Santa Maria, por onde escoam as águas originárias das seis nascentes.

A localização dos pontos de amostras, quantidades e períodos estão no Quadro 75. Nas nascentes, foram também instalados sensores automáticos para medir nível e vazão. Também foram instalados dois pluviômetros, um no limite superior, Pluviômetro 1, e outro no exutório da bacia, Pluviômetro 2.

Quadro 75: Localização dos pontos, quantidade e período de amostras

Pontos	ID	Coordenadas		Quantidade de amostras	Período de coletas	
		Latitude	Longitude		Início	Fim
Pallotti 01*	M1	-29,5971	-53,7928	8	08/01/2015	29/10/2015
Pallotti 02*	M2	-29,6037	-53,7873	8	08/01/2015	29/10/2015
Pallotti 03*	M3	-29,6077	-53,7827	11	08/01/2015	29/10/2015
Pallotti 04*	M4	-29,6039	-53,7767	8	08/01/2015	29/10/2015
Pallotti 05*	M5	-29,6022	-53,7760	11	08/01/2015	29/10/2015
Pallotti 06*	M6	-29,6124	-53,7785	11	08/01/2015	29/10/2015
Colégio Santa Maria	M7	-29,6098	-53,7725	18	17/06/2014	29/10/2015

*possui sensor de nível com frequência de 10 min

Os parâmetros analisados foram: temperatura, OD, DBO, DQO, potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica, turbidez, coliformes totais, escherichia coli, sólidos totais, sólidos em suspensão e sólidos dissolvidos.

Quadro 76: Localização, período e frequência de medição dos pluviômetros e dos sensores de nível

Medição	Frequência	Coordenadas		Período de dados	
		Latitude	Longitude	Início	Fim
Precipitação - Pluviômetro 1	10 min	-29,5971 (aproximada)	-53,7928 (aproximada)	Dez 2014	Out 2015
Precipitação - Pluviômetro 2	10 min	-29,6125 (aproximada)	-53,7746 (aproximada)	Dez 2014	Out 2015
Vazão/Nível	10 min	mesmas das nascentes	mesmas das nascentes	Dez 2014	Out 2015

4 Avaliação quantitativa e qualitativa das águas superficiais e subterrâneas

4.1 Caracterização da infraestrutura hídrica

4.1.1 Transposição

O SAA de Santa Maria[191] é dependente de uma transposição de vazões da Bacia Hidrográfica do rio Ibicuí e é composto pelos seguintes mananciais e captações: Barragem Rodolfo Costa e Silva, no Rio Ibicuí Mirim (barragem de acumulação sem captação, com função de regularizar vazão para a Saturnino de Brito); Barragem Saturnino de Brito, no Rio Ibicuí Mirim, (barragem de acumulação com captação); Captação direta no Rio Ibicuí Mirim; e Barragem DNOS (barragem de acumulação). Há no percurso uma integração da adutora da barragem Saturnino de Brito com o recalque da captação direta no Rio Ibicui-Mirim. Toda a

[191] Informações repassadas pela CORSAN em janeiro de 2021 para o PBH Vacacaí - Vacacaí-Mirim.

água bruta do sistema é conduzia por condutos forçados por gravidade até a ETA. O sistema produtor Ibicui-Mirim representa na média cerca de 70% do volume tratado, enquanto que a barragem DNOS representa cerca de 30% do volume. A Figura 50 identifica o sistema de abastecimento de Santa Maria. Destaca-se que a principal função da Barragem Rodolfo Costa e Silva é regularizar a vazão do Rio Ibicuí-Mirim a montante da Barragem Saturnino, evitando o risco de ocorrência de ondas de cheia e de reserva de água durante estiagens. Atualmente, todas as intervenções que compõem esse sistema estão devidamente outorgadas pelo uso da água e com licenciamento ambiental vigente.

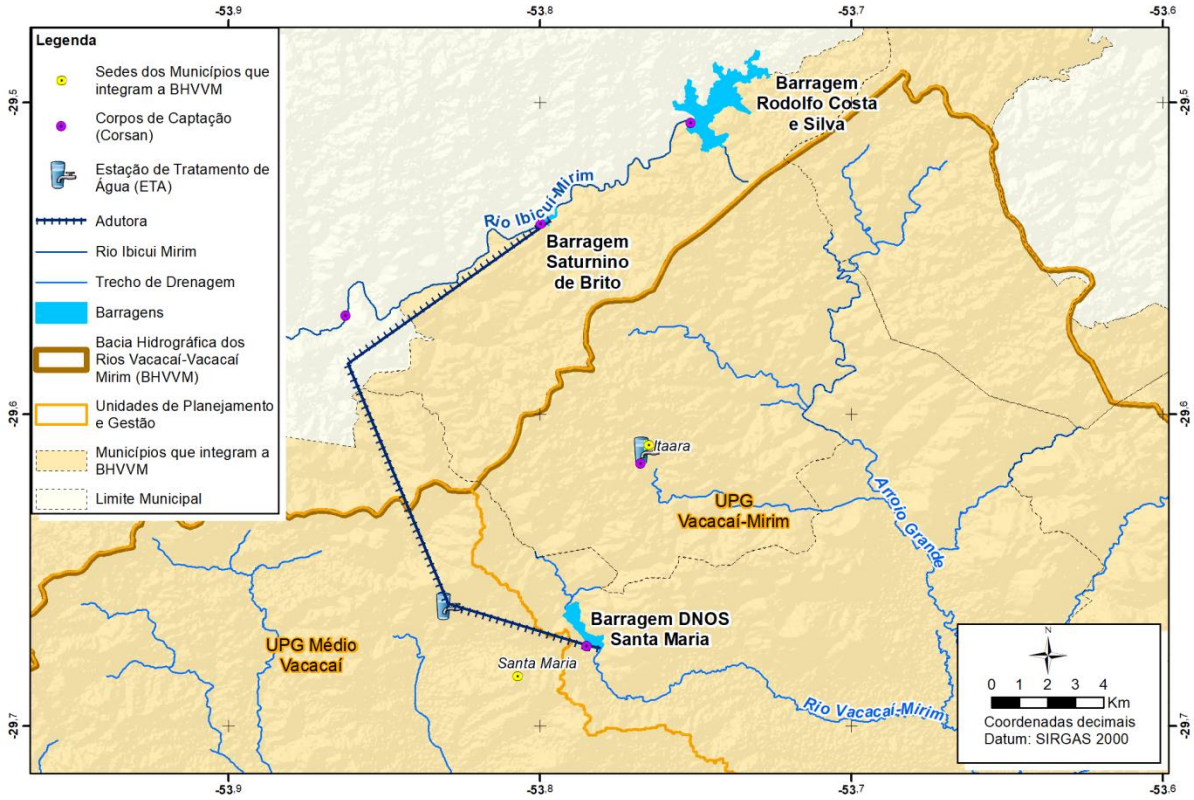


Figura 50: Sistema de Abastecimento de Água de Santa Maria

4.1.1 Perímetro de irrigação

A Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim possui um perímetro de irrigação localizado na UPG Alto Vacacaí. O perímetro de irrigação é composto pelos Sistemas do Rio Vacacaí e do Arroio das Canas e teve a construção concluída em 1993, viabilizada a partir de convênio entre a Secretaria de Obras Públicas e Saneamento, o Conselho de Recursos Hídricos e o Fundo de Investimento de Recursos Hídricos com a Secretaria de Irrigação do Ministério de Recursos Hídricos e Meio Ambiente. Os recursos financeiros vieram do Governo Federal, do Governo Estadual e do Banco Mundial.

O **Sistema Irrigatório do Rio Vacacaí**, localizado no município de São Gabriel, é

composto pelo reservatório VAC 04 e um canal localizado à margem direita da barragem. A VAC 04 acumula água ao longo do ano para regularizar o rio e abastecer o canal nos meses de desenvolvimento da lavoura.

Características da Barragem VAC 04:

- Estrutura em concreto e aterro compactado;
- Volume do maciço: 23.000 m³ de concreto e 64.000 m³ de aterro;
- Área inundada: 450 ha;
- Área irrigável: 8.980 ha;
- Volume acumulado útil: 19.100.000 m³;
- Regulariza a vazão do rio Vacacaí, garantindo o abastecimento de água para São Gabriel;
- Sistema de canais escavado em terreno natural não revestido;
- Extensão do canal da margem direita: 18.000 m;

O **Sistema Irrigatório do Arroio das Canas** se localiza no município de Santa Margarida do Sul e é formado pelas barragens VAC 06 e VAC 07 e os canais de distribuição das margens esquerda e direita a partir da VAC 07. A VAC 06 forma o maior reservatório do sistema Arroio das Canas, tem função regularizadora, a água armazenada é liberada no Arroio das Canas escoando até a VAC 07 localizada à jusante no mesmo curso d'água ou sendo derivado para as lavouras situadas entre as barragens. A VAC 07 tem função de derivação da descarga regularizada.

Características da Barragem VAC 06:

- Estrutura em aterro compactado com vertedouro e sistema de controle, comportas e tomadas de água em concredo armado;
- Volume do maciço: 1.400 m³ em concreto e 310.000 m³ de aterro;
- Área inundada: 235 ha;
- Volume acumulado útil: 12.230.000 m³;
- Barragem de acumulação regulariza a vazão do Arroio das Canas.

Características da Barragem VAC 07:

- Estrutura em aterro compactado com vertedouro e sistema de controle, comportas e tomadas de água em concredo armado;
- Volume do maciço: 2.900 m³ em concreto e 37.000 m³ de aterro;
- Área inundada: 98 ha;
- Área irrigável: 948 ha;
- Volume acumulado útil: 1.880.000 m³;

- Sistema de canais escavado em terreno natural não revestido;
- Extensão do canal da margem direita: 12.880 m;
- Extensão do canal da margem esquerda: 5.560 m.

A administração, operação e manutenção dos sistemas estavam a cargo do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), e em 1998 estes serviços passaram a ser realizados pelo consórcio Conságua S.A., através do Contrato nº 19/97 – Contrato de Concessão de Serviços de Exploração, Operação e Manutenção de Obra Pública, entre o Estado do Rio Grande do Sul, com a interveniência da Secretaria das Obras Públicas, Saneamento e Habitação, e Conságua S.A. O prazo de concessão é de 30 anos, prorrogáveis por mais 20 anos.

A Figura 51 apresenta a localização dos sistemas de irrigação do Rio Vacacaí e do Arroio das Canas.

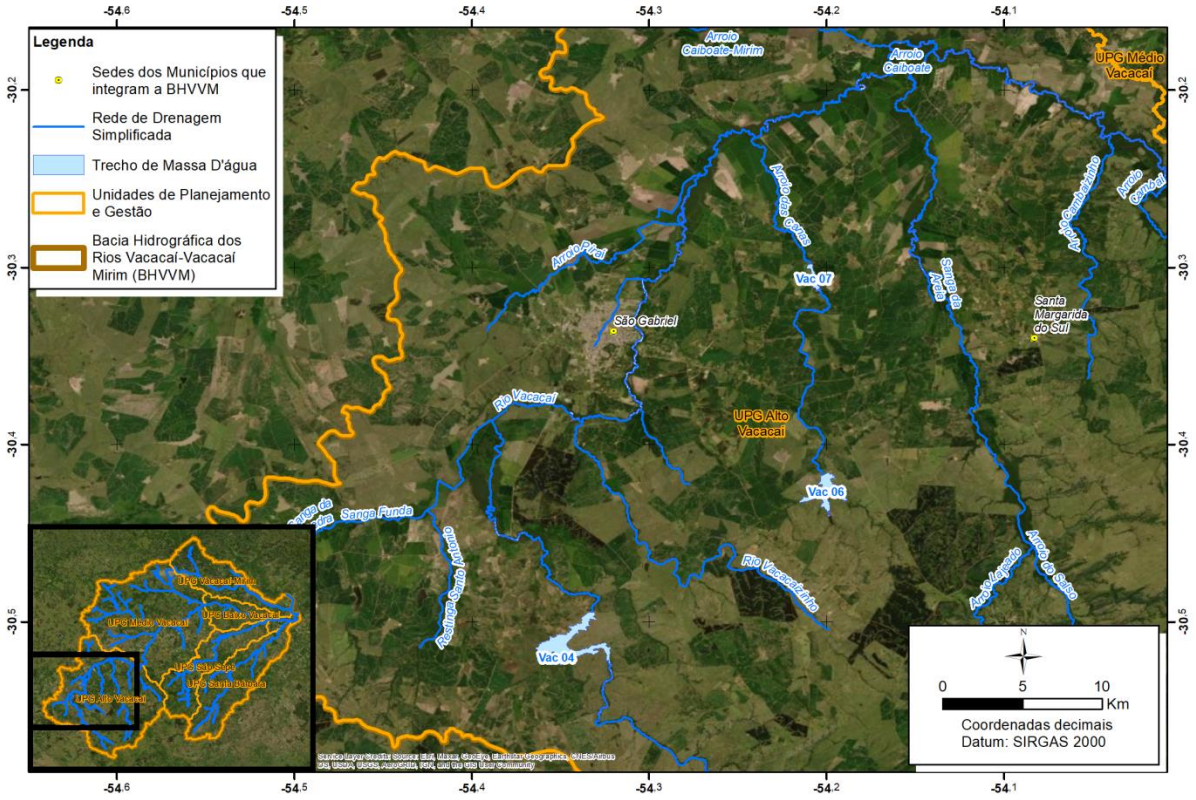


Figura 51: Sistemas de Irrigação do Rio Vacacaí e do Arroio das Canas

A Portaria DRH nº 1063/2006 autoriza o Conságua a realizar a reservação de água nas três barragens para os usos de irrigação de arroz e abastecimento humano. Além disso, os seguintes cadastros foram identificados no SIOUT RS, conforme segue no Quadro 77:

Quadro 77: Cadastros de uso da água do Conságua identificados no SIOUT RS

Número do cadastro	Identificação
2018/007.978	Cadastro da barragem VAC 04
2018/012.331	Cadastro do canal da margem direita da VAC 04
2018/006.458	Cadastro da barragem VAC 07
2018/006.362	Cadastro da barragem VAC 06
2018/008.086	Cadastro do canal da margem esquerda da VAC 07
2018/007.970	Cadastro do canal da margem direita da VAC 07

4.2 Disponibilidade hídrica superficial

4.2.1 Disponibilidade hídrica quantitativa

Este item tem como objetivo apresentar a disponibilidade hídrica quantitativa superficial da bacia hidrográfica, ou seja, a quantidade de água disponível para satisfazer os usuários de água que fazem captação nos cursos hídricos superficiais da bacia. A disponibilidade hídrica pode ser apresentada, por exemplo, na forma da vazão média, que representa a quantidade de água que em média passa por um trecho de rio.

A fim de se determinar as medidas a serem tomadas em momentos em que a quantidade de água nos rios é mais reduzida, é interessante que sejam avaliadas situações mais extremas. Por este motivo, geralmente os estudos de planejamento de recursos hídricos apresentam a disponibilidade hídrica na forma de vazões de referência, que são vazões mínimas que caracterizam condições de garantia de água no manancial. A vazão de referência utilizada como padrão no estado do Rio Grande do Sul é a Q90, e representa a quantidade de água que pode ser garantida em um trecho de rio em 90% do tempo.

As vazões nos cursos hídricos, tanto a vazão média quanto a Q90, são determinadas a partir de análises estatísticas de séries históricas de vazões medidas em locais estratégicos da bacia. Considerando os dados de medição de vazão disponíveis na bacia, apresentados no Capítulo 3 (rede de monitoramento), foi considerada como alternativa mais adequada para a determinação da disponibilidade hídrica na Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim a modelagem hidrológica utilizando o Modelo de Grandes Bacias desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS (MGB-IPH)[192].

Modelagem hidrológica é a representação matemática dos processos naturais de transformação de chuva em vazão em um sistema hídrico[193] . O MGB-IPH é um modelo que permite a simulação hidrológica de bacias de grande escala, sendo adequado para a representação de bacias hidrográficas com área superior a 1.000 km², com uma tendência de melhora nos resultados com o aumento da área da bacia[192] (a Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim possui área de drenagem aproximada de 11.177 km²). O modelo realiza a simulação da transformação da precipitação em vazão e da propagação da vazão ao

[192] COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M. . Simulação hidrológica de grandes bacias. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 6, n.2, 2001.
[193] TUCCI, C. E. M. Modelos Hidrológicos . Colaboração da Associação Brasileira de Recursos Hídricos/ABRH. 2ª ed. Porto Alegre, Editora da UFRGS. 2005.

longo de sistemas de drenagem, considerando as características físicas da bacia hidrográfica, como a elevação do terreno, tipos de solos e uso do solo.

A modelagem da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim foi realizada a partir dos dados de chuva apresentados no item 3.1.1, dos dados do modelo digital de elevação do satélite SRTM com resolução de 30 metros e do mapa de Unidades de Resposta Hidrológica da América do Sul[194]. O resultado da modelagem foi comparado às medições de vazão nas estações Restinga Seca (85438000), Ponte São Gabriel (85470000), Passo do Rocha (85480000), Passo das Tunas (85600000), Passo dos Freires (85610000), Passo do Lajeado (85615000) e São Sepé Montante (85623000), e os parâmetros do modelo foram ajustados até que a simulação apresentasse resultados satisfatórios. Os parâmetros de validação e calibração são apresentados no Quadro 78. Os valores de parâmetro "Nash-log" foram priorizados porque acertar mais as situações de baixas vazões, devido o maior interesse no acerto da Q90.

Quadro 78: Métricas de calibração e validação na modelagem hidrológica realizada.

Código da estação	Calibração (1985-2005)			Validação (2006-2018)		
	Nash	Nash-log	Bias	Nash	Nash-log	Bias
85438000	0.427	0.574	-3.559	0.233	0.394	5.614
85470000	0.602	0.599	-18.695	0.675	0.621	1.232
85480000	0.676	0.792	-10.328	0.665	0.754	14.737
85600000	0.55	0.767	-17.704	0.599	0.721	7.228
85610000	0.329	0.465	-14.307	0.355	0.644	1.54
85615000	0.312	0.447	-40.137	-	-	-
85623000	0.672	0.769	-16.7995	0.706	0.749	-7.189

Com a realização desta modelagem, foram obtidas séries de vazões de 01/01/1985 a 31/12/2018, para grande parte dos trechos hídricos da bacia hidrográfica, o que permite calcular vazões médias, anuais e mensais, além daquelas referentes às diversas permanências (Q90, Q95, etc.), para diversos pontos da bacia.

A Figura 52 e a Figura 53 apresentam espacialmente a vazão média anual e a Q90 calculadas para os cursos hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim.

[194] FAN F. M., BUARQUE D. C., PONTES, P.R.M., COLLISCHONN W. Um mapa de unidades de resposta hidrológica para a América do Sul. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Novembro de 2015, Brasília-DF. Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. PAP019919. 2015.

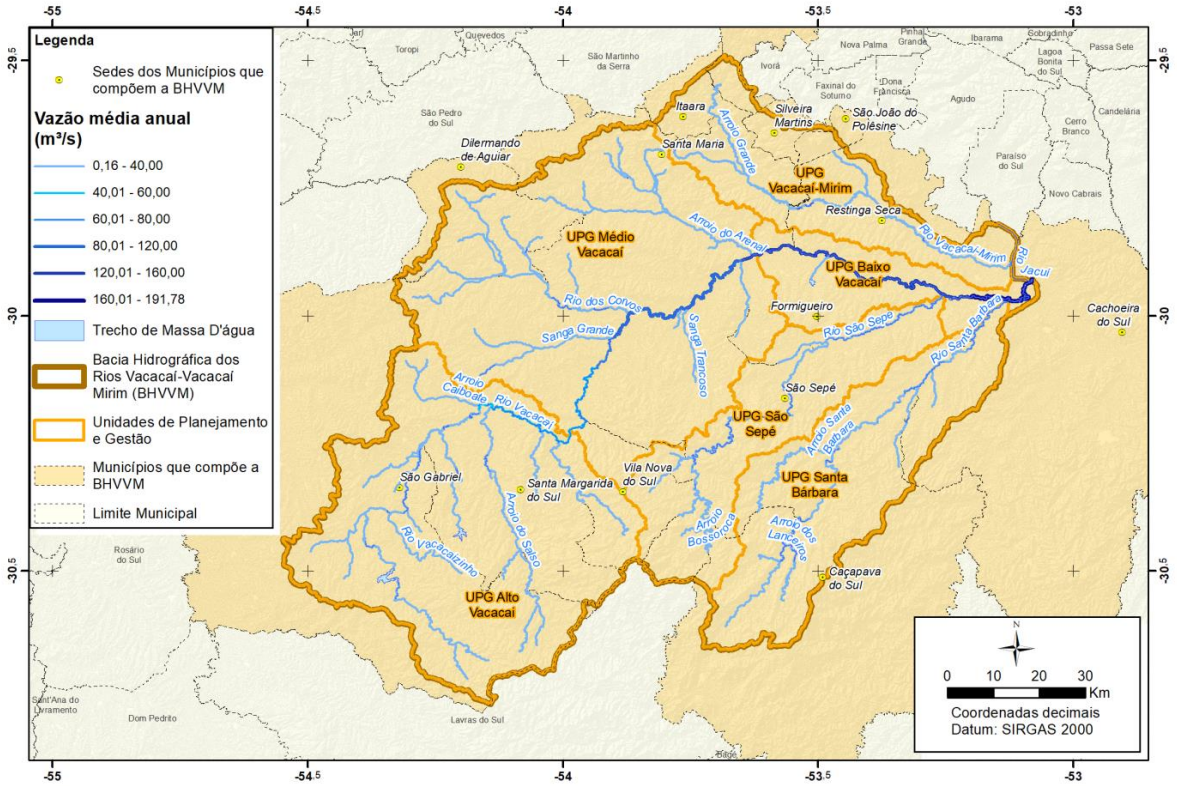


Figura 52: Vazão média anual ($Q_{média\ anual}$) nos cursos hídricos da BHVVM

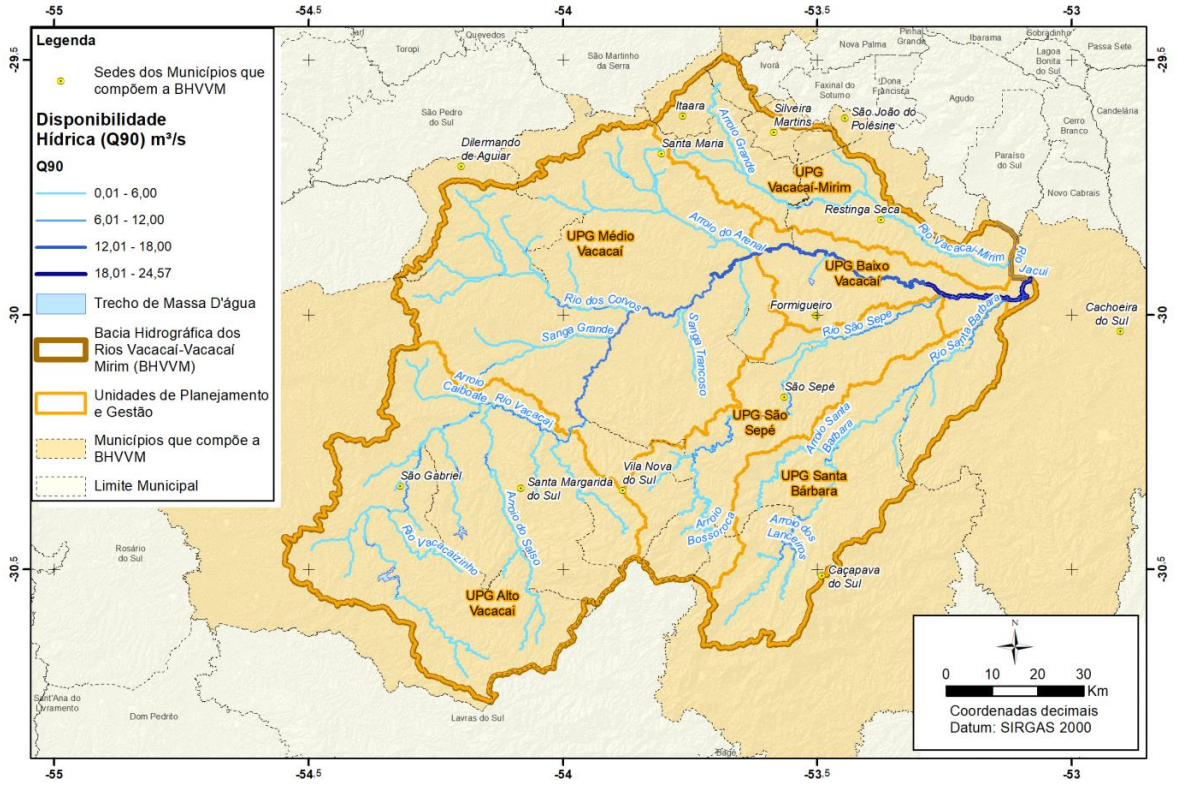


Figura 53: Disponibilidade hídrica (Q90) nos cursos hídricos da BHVVM

Para resumir e apresentar numericamente a disponibilidade hídrica na bacia, o Quadro 79 apresenta a vazão média anual, as vazões médias mensais, a Q90 anual e as Q90 mensais calculadas nos trechos hídricos que representam os principais rios da bacia e os exutórios das UPGs. É possível avaliar que nos meses de janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro as vazões mensais (tanto Qmédia quanto Q90) estão sempre abaixo da anual, e nos demais meses geralmente a vazão mensal é superior à anual. As menores vazões nestes meses são causadas pela maior evapotranspiração na bacia nos meses mais quentes, conforme apresentado no item 2.6.

A vazão total da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim é obtida pelo somatório das vazões das UPGs Baixo Vacacaí e Vacacaí-Mirim, portanto a vazão média anual da bacia é de **219,41 m³/s** e a Q90 anual é de **29,01 m³/s**.

Quadro 79: Área de drenagem, Q90 anual e mensais, vazões médias anual e mensais para os exutórios dos principais cursos hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim

UPG		Alto Vacacaí		Médio Vacacaí			Baixo Vacacaí	Santa Bárbara	São Sepé	Vacacaí-Mirim
Curso Hídrico		Rio Vacacaizinho	Arroio do Salso	Rio Vacacaí	Rio dos Corvos	Arroio do Arenal	Rio Vacacaí	Rio Vacacaí	Rio Santa Bárbara	Rio São Sepé	Rio Vacacaí-Mirim
Área de drenagem (km²)		134	712	3.119	893	854	6.552	10.001	1.606	1.290	1.131
Q média (m³/s)	Anual	2,37	12,50	53,56	18,41	17,75	122,06	191,78	32,68	25,97	27,63
	Janeiro	1,25	6,09	27,53	10,43	9,49	62,48	97,55	16,85	13,22	15,69
	Fevereiro	1,07	5,98	25,26	8,85	7,90	55,17	94,29	20,25	15,27	13,85
	Março	1,48	7,98	33,73	11,39	10,49	72,59	113,01	19,76	16,03	16,32
	Abril	2,73	15,00	63,67	20,07	19,37	134,26	202,76	33,76	26,93	26,16
	Maio	2,45	13,26	56,69	20,25	19,44	129,90	199,00	33,38	25,73	26,62
	Junho	3,06	16,84	72,09	24,54	24,09	165,90	254,08	40,62	33,18	34,04
	Julho	3,21	17,83	75,00	26,25	26,13	178,97	285,83	49,65	40,10	41,19
	Agosto	2,79	14,65	62,71	18,22	19,03	140,85	227,09	39,17	30,22	33,62
	Setembro	2,96	15,96	68,53	24,56	24,13	162,65	260,38	45,79	36,28	37,02
	Outubro	3,43	16,97	72,83	28,62	27,01	176,54	273,57	43,16	35,05	42,43
	Novembro	2,37	11,50	49,70	17,29	15,81	111,31	174,46	28,41	22,68	27,03
	Dezembro	1,59	7,61	33,37	9,82	9,53	69,92	113,24	20,59	16,29	16,57
Q90 (m³/s)	Anual	0,29	1,38	5,90	2,27	2,19	14,99	24,58	3,61	2,73	4,44
	Janeiro	0,15	0,66	2,56	1,17	1,18	7,61	12,71	1,97	1,51	2,68
	Fevereiro	0,19	0,84	3,75	1,62	1,44	10,14	16,43	2,23	1,67	2,69
	Março	0,21	0,99	4,22	1,57	1,41	9,81	15,28	2,12	1,58	2,79
	Abril	0,30	1,28	5,53	2,14	2,00	15,80	24,57	3,63	2,48	3,95
	Maio	0,36	1,71	7,40	2,98	2,89	19,74	29,89	4,07	3,22	4,92
	Junho	0,46	2,44	10,59	3,77	3,93	25,57	42,12	5,99	4,41	6,50
	Julho	0,68	3,48	14,83	5,73	6,10	42,56	67,58	9,47	7,47	10,05
	Agosto	0,57	3,09	13,52	4,53	4,63	35,05	55,44	8,08	6,60	8,90
	Setembro	0,55	2,97	13,05	4,09	4,25	33,67	56,76	9,01	6,96	9,29
	Outubro	0,59	3,07	13,38	3,95	4,38	31,07	52,64	8,16	6,28	9,93
	Novembro	0,41	2,01	8,47	3,12	2,90	21,27	33,10	4,64	3,56	5,91
	Dezembro	0,24	0,98	4,14	1,48	1,35	10,23	16,76	2,49	1,81	3,16

A seguir, foram compiladas as curvas de permanência (Gráfico 28) dos pontos dos exutórios das UPGs da bacia.

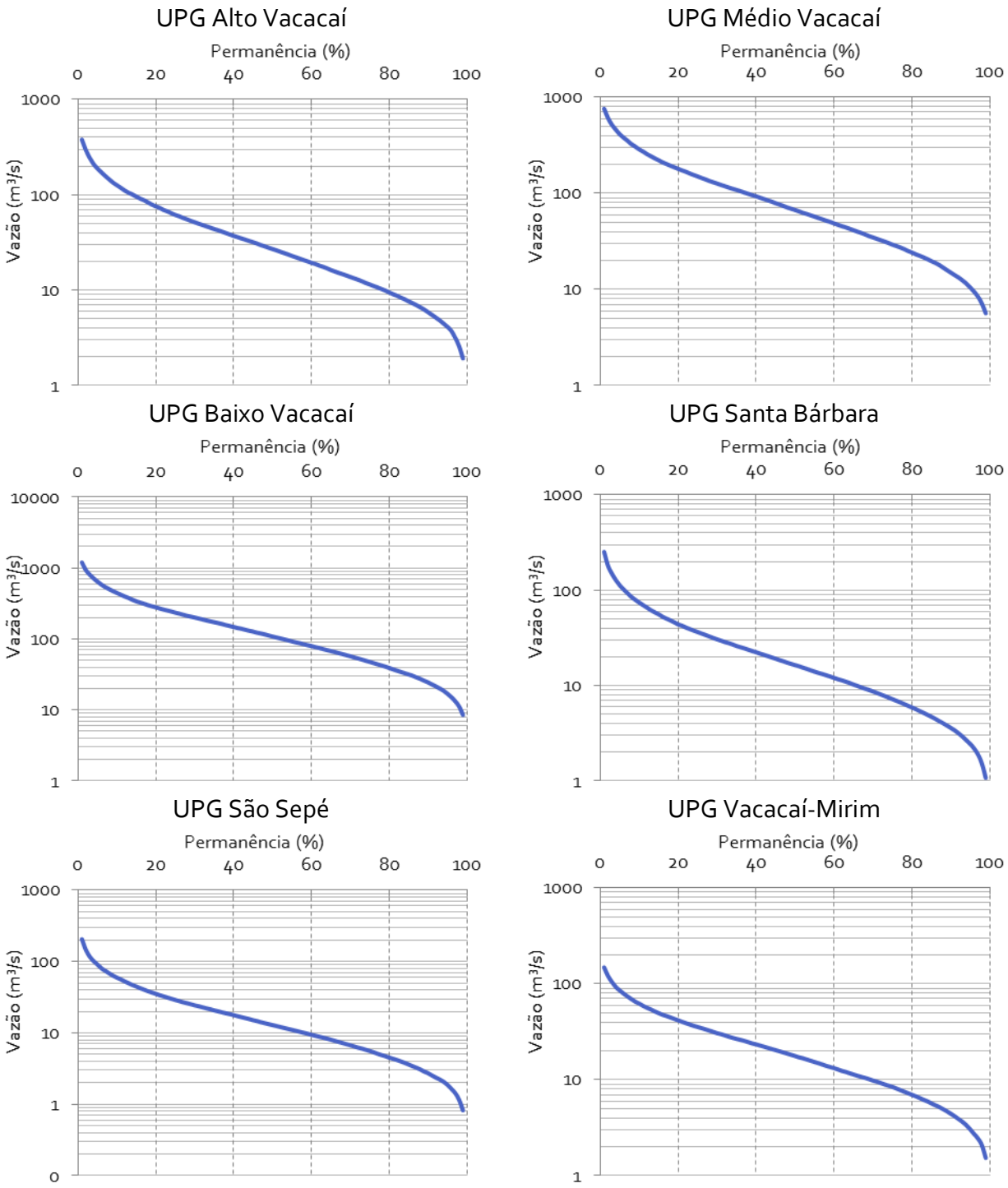


Gráfico 28: Curvas de permanência nos exutórios das UPGs da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim

Como forma de comparação das vazões apresentadas à realidade da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim, foi elaborado o Gráfico 29, que mostra a parte inferior de um hidrograma (gráfico das vazões ao longo do tempo) no exutórios das bacias hidrográficas dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim (Gráfico 29 e Gráfico 30), em comparação com algumas vazões da curva de permanência calculadas para os mesmos locais.

Percebe-se que ocorrem vazões inferiores à Q90 em diversos momentos dentre o período com dados avaliados. Essas baixas vazões ocorrem nos meses de dezembro a março, que coincidem com os meses de maiores demandas agrícolas pelo uso da água, conforme será apresentado no item 5.3.2. Essa combinação é recorrente e configura-se como uma situação potencialmente crítica para a BHVVM em termos de disponibilidade hídrica.

Além disso, as maiores estiagens ocorridas na bacia hidrográfica, nos verões de 1985-1986, 2004-2005, 2011-2012e 2019-2020, destacadas no item 2.9 Eventos Críticos, tiveram vazões inferiores à Q99, configurando uma situação de extrema criticidade na bacia.

Esses eventos de estiagens são frequentemente associados com o El Niño Oscilação Sul (ENOS), e especialmente com a ocorrência do fenômeno La Niña, que, quando ativo, é associado com a chuva abaixo da média no estado do RS e a ocorrência de estiagens. Para os eventos de estiagens supracitados, o verão de 1985-1986 e 2019-2020 foi de ocorrência neutra, o verão 2004-2005 de ocorrência de El Niño e o verão 2011-2012 foi de La Niña. Portanto, os principais eventos de estiagens e escassez hídrica na bacia não possuem relação direta e exclusiva com o fenômeno La Niña.

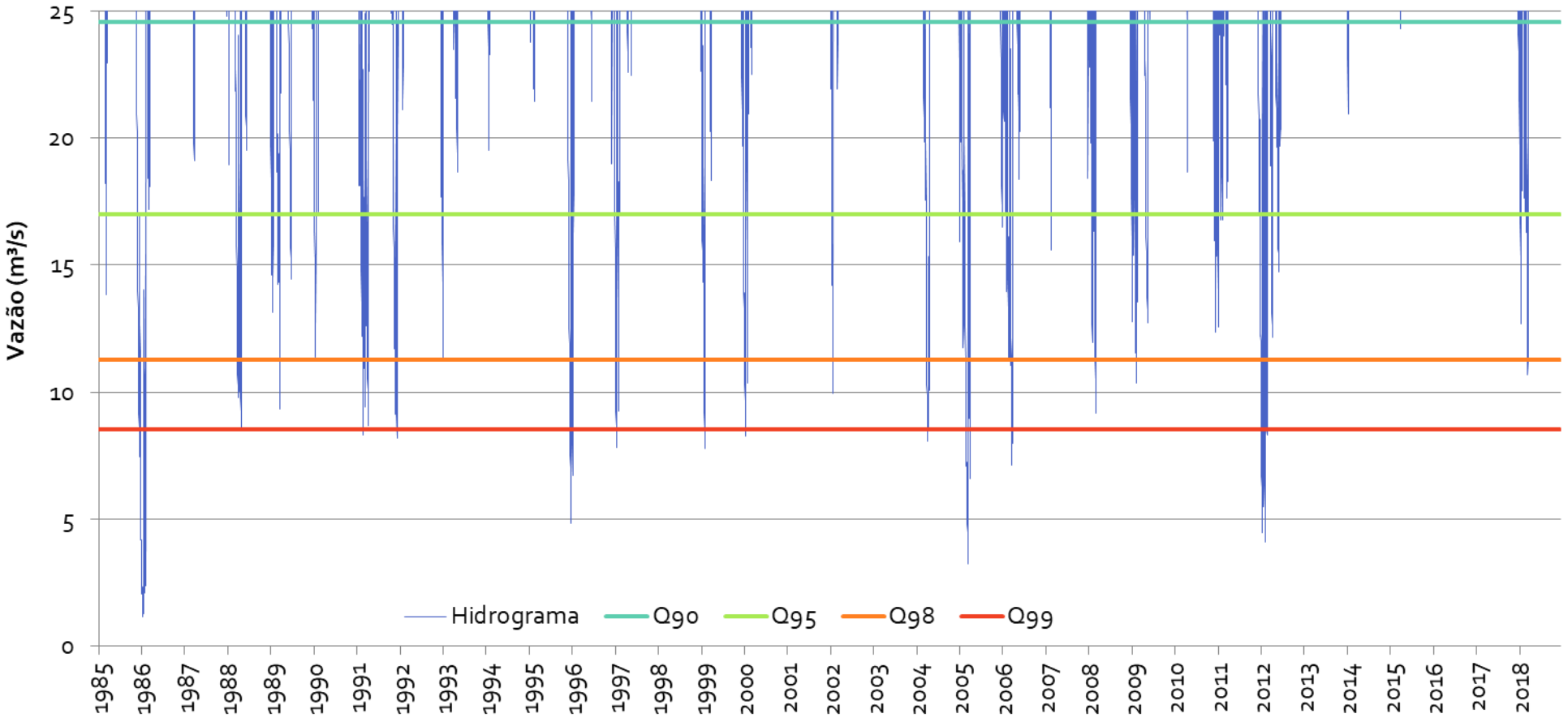


Gráfico 29: Parte inferior do hidrograma no exutório da bacia hidrográfica do Rio Vacacaí

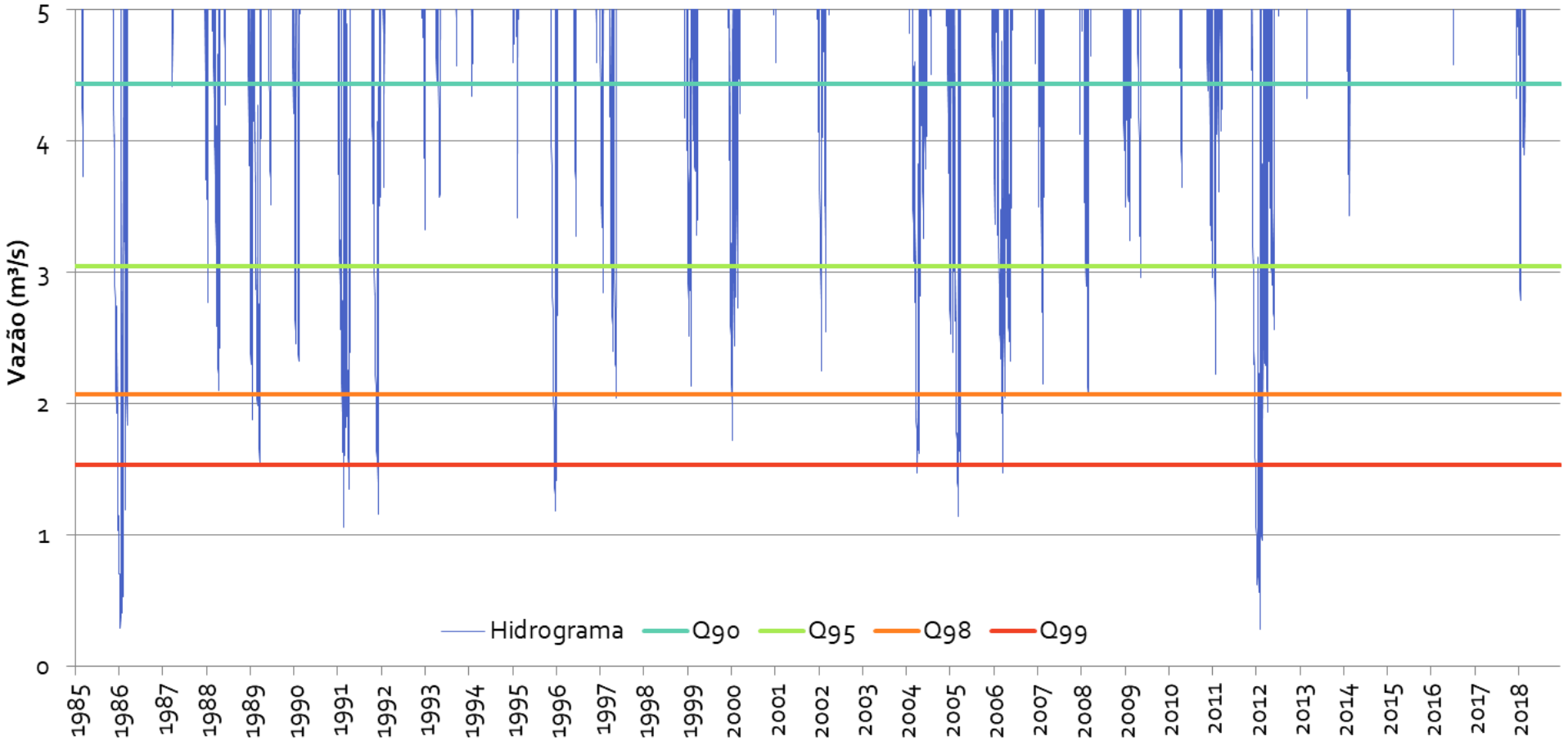


Gráfico 30: Parte inferior do hidrograma no exutório da bacia hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim

4.2.2 *Disponibilidade hídrica qualitativa*

A avaliação da disponibilidade hídrica qualitativa (i.e. condição de qualidade dos recursos hídricos) atual da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí-Vacacaí-Mirim é fundamental para a construção dos planos de recursos hídricos, de utilidade sob dois aspectos: no estabelecimento do ponto de partida do Plano, ou seja, estabelecendo a linha de referência com a qual as futuras atualizações do Plano irão comparar, com o intuito de avaliar se o Plano teve efetividade (impactos socioambientais almejados); e na calibração dos modelos de qualidade de água (apresentados na sequencia no Capítulo 7), possibilitando simular a qualidade da água em todos os cursos hídricos de interesse, a partir das informações dos pontos de monitoramento.

Para fins de gestão, a qualidade dos recursos hídricos está associada aos usos que se faz do manancial, sendo os padrões de qualidade regrados pelas normas ambientais[195]. As normas discriminaram as águas doces em cinco classes, as quais visam descrever as "condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros" (ilustrados na Figura 54[196]).

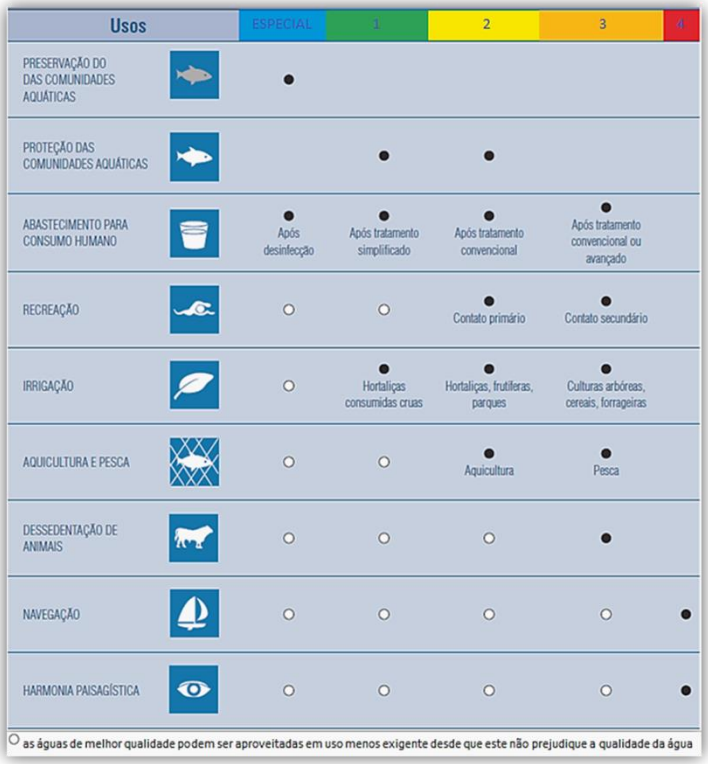


Figura 54: Usos da água doce possíveis para cada Classe da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Para classificação em termos de qualidade, a utilização dos dados levantados pela rede de monitoramento citada no item 3.1.4. adotou as seguintes premissas:

- Em que pese a importância científica de estudos específicos, foram utilizados

[195] Resolução nº 357, de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente.
[196] CADERNOS DE RECURSOS HÍDRICOS 6: Implementação do enquadramento em bacias hidrográficas no Brasil; Sistema nacional de informações sobre recursos hídricos - Snirh no Brasil: arquitetura computacional e sistêmica. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2009.

para fins de gestão apenas os pontos amostrados periodicamente e atualmente em operação, nas redes operadas pela FEPAM, CORSAN, CPRM e ANA[197];

- Supõe-se que os resultados analíticos avaliados atendem às normas e manuais técnicos para amostragem e análise de qualidade da água superficial[198], garantindo a representatividade da qualidade da água no ponto;
- Os pontos de monitoramento de diferentes instituições que se localizavam próximos foram unificados, mediante verificação com o auxílio de imagens de satélite para confirmação, e
- Não havendo medição de vazão nos locais amostrados, adotou-se uma estatística descritiva em relação à qualidade utilizando a frequência da ocorrência de classes.

Uma descrição sucinta dos pontos de monitoramento pode ser visualizada no Quadro 80.

Quadro 80: Pontos de monitoramento utilizados na descrição da condição de qualidade das águas dos recursos hídricos.

Ponto de monitoramento	Local monitorado	Curso hídrico	UPG	Código da estação
1	Rio Vacacaí próximo à Ponte da BR-392 (Balneário Passo do Verde)	Rio Vacacaí	MV	85570000
2	Rio Vacacaí-Mirim próximo à Ponte da BR-149 em Restinga Seca	Rio Vacacaí-Mirim	VM	85438000
				85438500
				PQ-11
3	Rio Vacacaí próximo à Ponte da RS-149 (Praia das Tunas)	Rio Vacacaí	BV	85600000
				85442000
4	Rio Vacacaí próximo à Ponte da BR-473 em São Gabriel	Rio Vacacaí	AV	85470000
				85466000
5	Rio São Sepé próximo à Ponte da BR-392 em São Sepé	Rio São Sepé	SS	85623000
				85620500
6	Rio Vacacaí no exutório da UPG	Rio Vacacaí	AV	85480000

[197] Ressalva-se a utilização do PQ-11, oriundo de estudo da UFSM, cujo local coincidia com os pontos de monitoramento da FEPAM e CPRM.
[198] Destacam-se entre as normas pertinentes as NBR 9897 e 9898 da Associação Brasileira de Normas Técnicas e o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos (CETESB, 2011).

Ponto de monitoramento	Local monitorado	Curso hídrico	UPG	Código da estação
	Alto Vacacaí			85484000
7	Sanga da Porteira	Sanga da Porteira	SS	85610000
8	Rio São Sepé em Formigueiro (Baixo São Sepé)	Rio São Sepé	SS	85630600
9	Arroio Arenal proximo à Ponte de BR-392	Arroio Arenal	MV	85436200
10	Rio Vacacaí-Mirim próximo à Estação Ferroviária Estiva	Rio Vacacaí-Mirim	VM	85436300
11	Corpo hídrico receptor da ETE Santa Maria - montante do lançamento	Sanga Norte	MV	Santa Maria Montante
12	Corpo hídrico receptor da ETE Santa Maria - jusante do lançamento	Sanga Norte	MV	Santa Maria Jusante

Para a classificação em termos de qualidade dos pontos identificados, foram compilados os dados das campanhas de monitoramento da qualidade de cada ponto e cada parâmetro de qualidade; posteriormente, classificados cada dado conforme os intervalos dos valores máximos da Resolução nº 357, de 2005, do CONAMA. Finalmente, em cada ponto, para cada parâmetro foi obtida a distribuição de frequência de classes. Elegeu-se como classe do parâmetro a que corresponde ao percentil-80 da frequência de classes.

Importante ressaltar que, devido à inexistência de medição de vazão junto às coletas de qualidade (ou em locais próximos onde se pudesse realizar a correlação de vazões), não se pode realizar tais análises para a classificação em regimes de baixas vazões de forma que se pudesse relacionar às vazõe de referência dos locais. Em função disso, também não é possível realizar algumas aferições à respeito das relações de causa-consequência das concentrações aferidas, posto que poluentes cuja concentração aumenta com a diminuição da vazão do rio estão vinculados a fontes pontuais de poluição, enquanto fontes difusas de poluição irão prover acréscimo na concentração de poluentes durante épocas chuvosas. Portanto, não foi objetivo dessa seção realizar esse tipo de análise, dada a inexistência de dados de vazão.

A Figura 55 apresenta os pontos analisados e as respectivas classificações conforme cada parâmetro. O Gráfico 31 apresenta os resultados da descrição de frequências para cada parâmetro, por ponto de monitoramento.

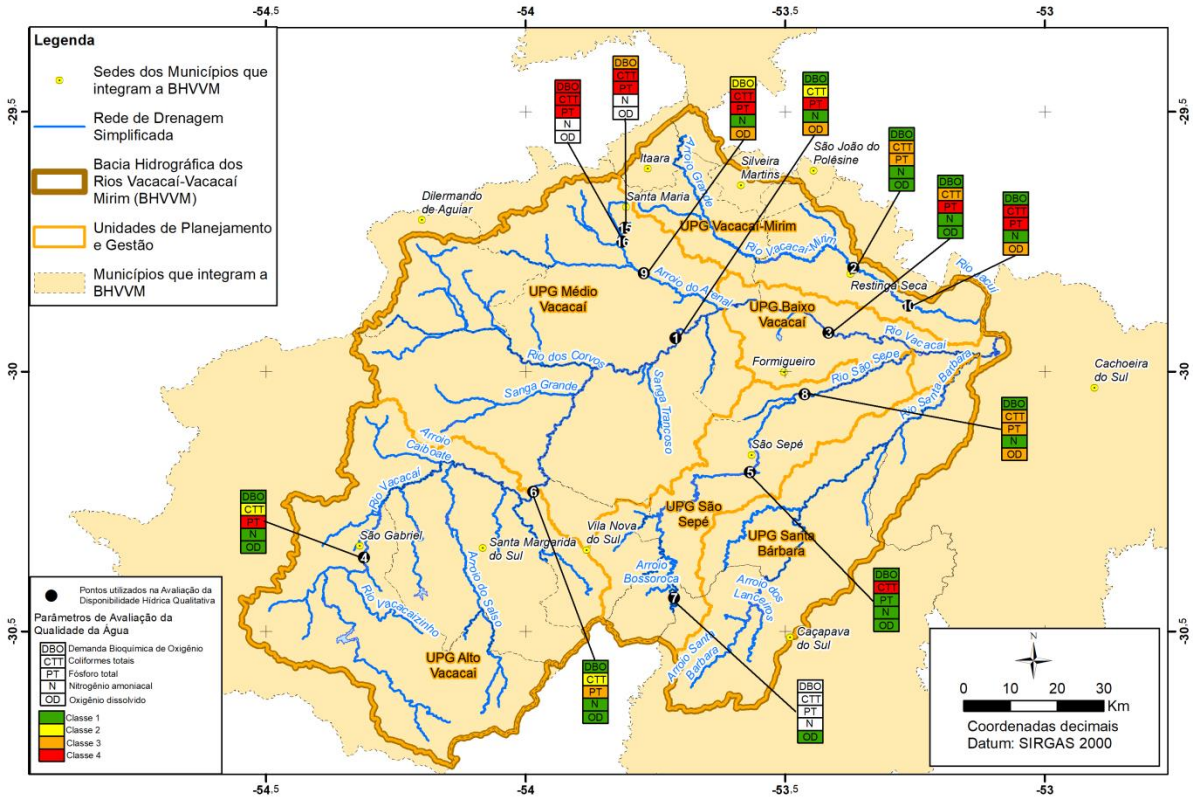
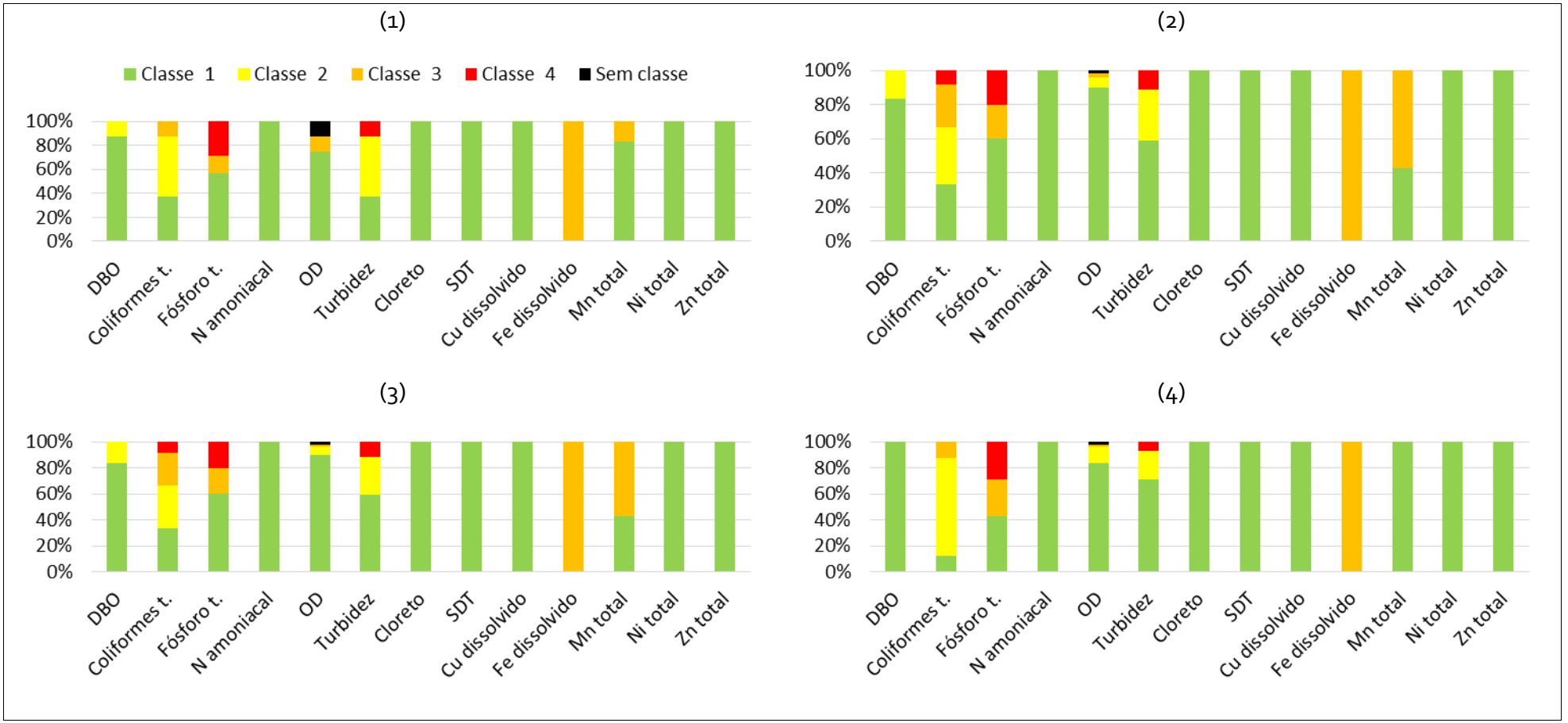
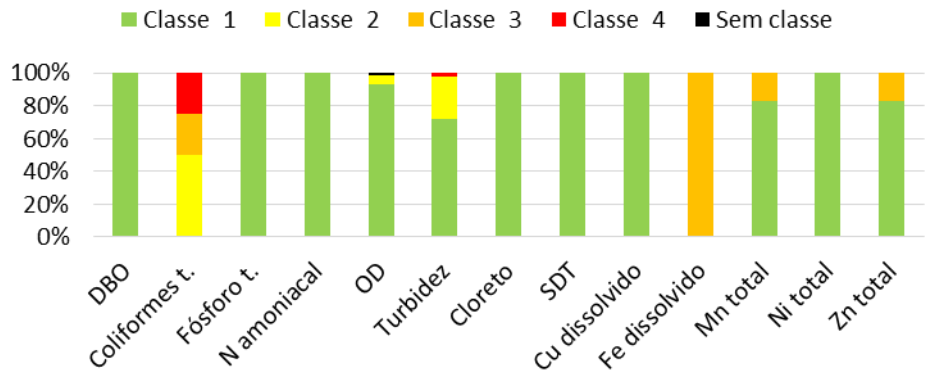


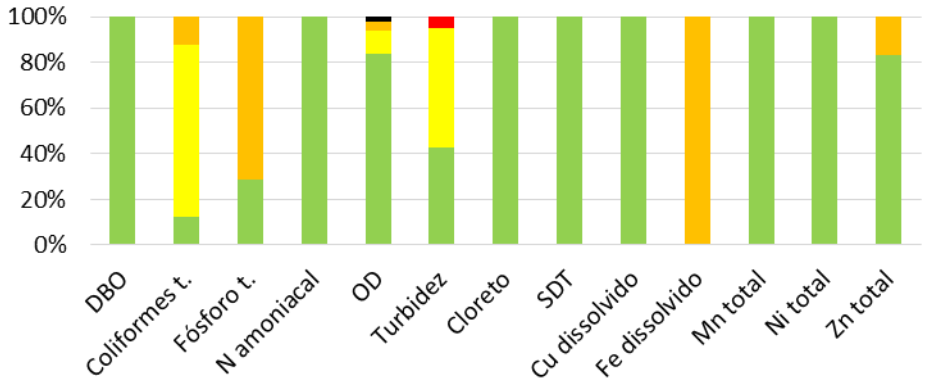
Figura 55: Localização dos pontos de monitoramento utilizados para avaliação da disponibilidade hídrica qualitativa


(1)
Classe 1
Classe 2
Classe 3
Classe 4
Sem classe
100%
80%
60%
40%
20%
0%
DBO
Coliformes t.
Fósforo t.
N amoniacal
OD
Turbidez
Cloreto
SDT
Cu dissolvido
Fe dissolvido
Mn total
Ni total
Zn total
(2)
(3)
(4)

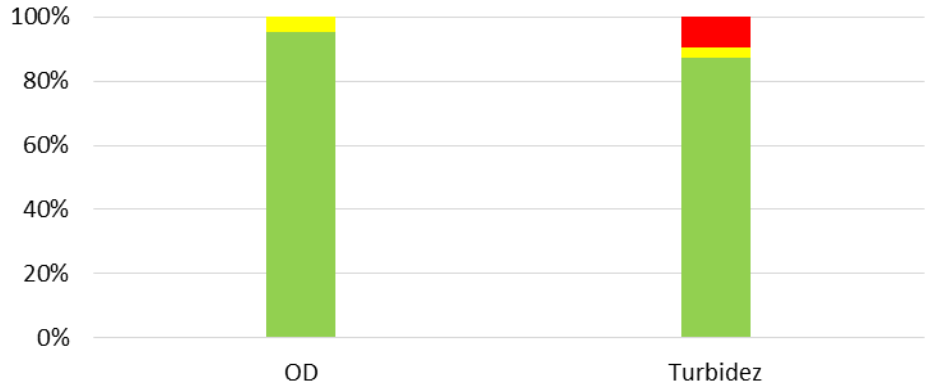
(5)


Classe 1
Classe 2
Classe 3
Classe 4
Sem classe
100%
80%
60%
40%
20%
0%
DBO
Coliformes t.
Fósforo t.
N amoniacal
OD
Turbidez
Cloreto
SDT
Cu dissolvido
Fe dissolvido
Mn total
Ni total
Zn total

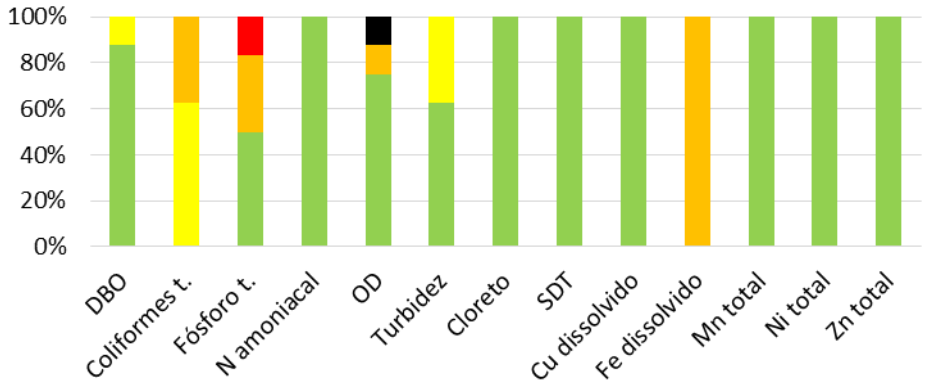
(6)


100%
80%
60%
40%
20%
0%
DBO
Coliformes t.
Fósforo t.
N amoniacal
OD
Turbidez
Cloreto
SDT
Cu dissolvido
Fe dissolvido
Mn total
Ni total
Zn total

(7)


100%
80%
60%
40%
20%
0%
OD
Turbidez

(8)


100%
80%
60%
40%
20%
0%
DBO
Coliformes t.
Fósforo t.
N amoniacal
OD
Turbidez
Cloreto
SDT
Cu dissolvido
Fe dissolvido
Mn total
Ni total
Zn total

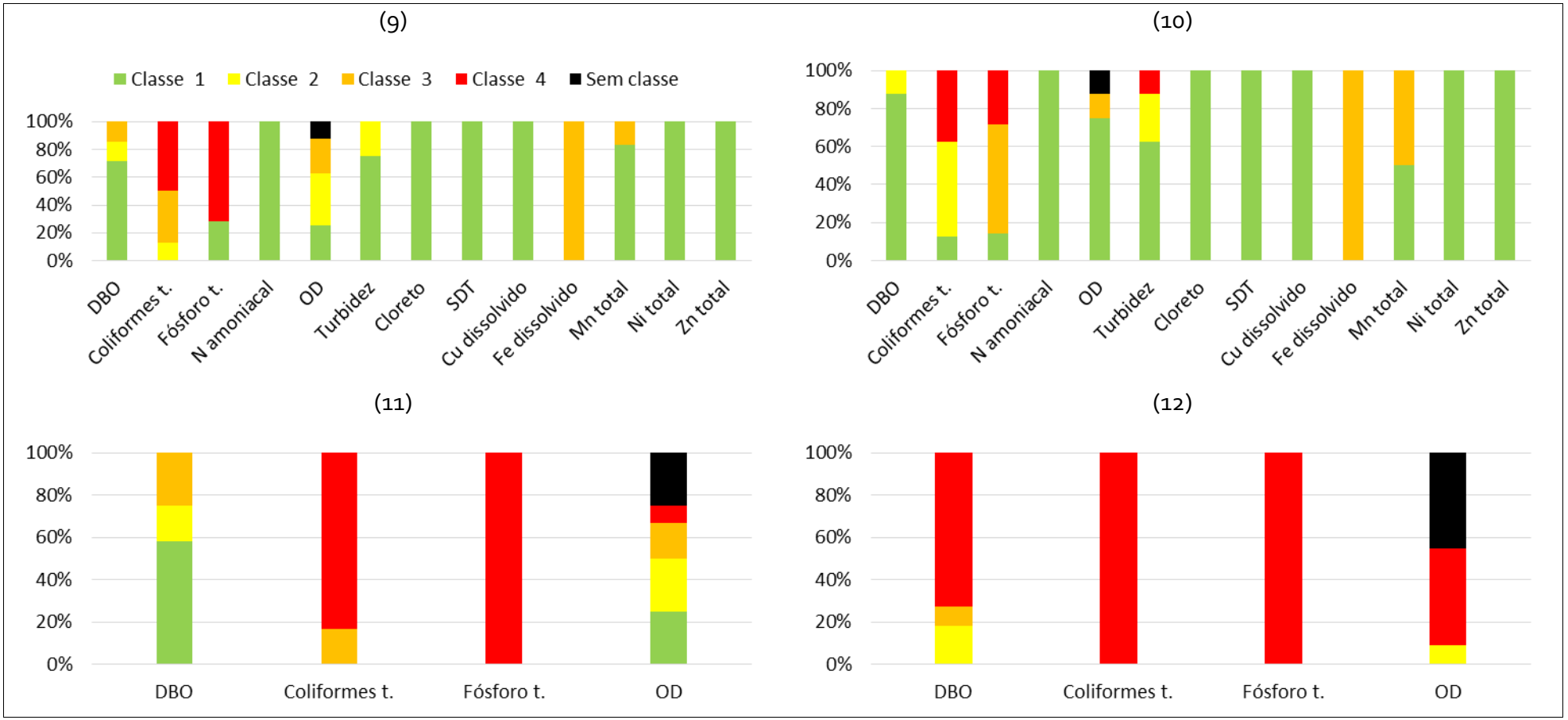


Gráfico 31: classificação dos parâmetros nos 12 pontos de monitoramento, conforme frequência de ocorrência

Os resultados permitem apontar necessária atenção para os parâmetros Coliformes Termotolerantes, Fósforo Total e Turbidez. Ferro dissolvido apresentou também condição equivalente a Classe 3 em todos os pontos monitorados, o que sugere indícios de que seja ocorrência natural do elemento.

Por sua vez, os pontos 11 e 12 destacam-se pela baixa qualidade, sendo vinculados ao corpo hídrico receptor da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) do município de Santa Maria. Verifica-se que mesmo a montante do lançamento da ETE (ponto 11) a qualidade do corpo hídrico é baixa, o que sugere a persistência de contaminação cloacal de parcela não coletada pelo sistema de esgotamento sanitário municipal. A qualidade do ponto 12, ou seja, a jusante do lançamento da ETE, destaca-se pela pior qualidade dentre os pontos, o que é esperado, pela baixa capacidade de diluição, pelo direcionamento dos esgotos (mesmo que tratados) de outras sub-bacias para esse ponto e pela proximidade com o lançamento, não devendo ser analisada de modo independente do seu procedimento de licenciamento ambiental – no entanto, verifica-se que é o tipo de escolha que frequentemente deve ser avaliada pelos atores na gestão de recursos hídricos: quais e quantos corpos hídricos receberão os esgotos tratados nas grandes cidades.

Por fim, foi realizada análise estatística com base no percentil 80%[199] para gerar a classe de qualidade de cada um dos locais de monitoramento (Quadro 81).

Quadro 81: Classe de qualidade para os pontos de monitoramento

Ponto de Monitoramento	Classe de qualidade da água				
	DBO	Coliformes	Fósforo	Nitrogênio	OD
1	1	2	4	1	3
2	1	3	3	1	1
3	1	3	4	1	1
4	1	2	4	1	1
5	1	4	1	1	1
6	1	2	3	1	1
7	*	*	*	*	1
8	1	3	3	1	3
9	2	4	4	1	3
10	1	4	4	1	3
11	4	4	4	*	acima de 4**
12	3	4	4	*	acima de 4**

*locais sem dados suficientes para as análises estatísticas

**locais com parâmetro acima do limite de classificação da classe 4

4.3 Disponibilidade hídrica subterrânea

A avaliação da disponibilidade hídrica subterrânea da Bacia do Vacacaí e Vacacaí Mirim foi realizada com a metodologia de cálculo desenvolvida na NOTA TÉCNICA ANA Nº 34/2019/COSUB/SIP (Diagnóstico da Hidrogeologia e a Avaliação da Disponibilidade Hídrica Subterrânea da Bacia Hidrográfica do Rio Doce). Os conceitos e valores adotados estão

[199] A metodologia utilizada é a mesma considerada para a classificação do monitoramento da Rede de Qualidade da Água da FEPAM (http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/relat_aguas_superf.asp) e foi feita a análise em conjunto com os técnicos da Equipe de Apoio, da FEPAM.

apresentados de forma resumida no Quadro 82 e esquematizados na Figura 56. Estimou-se a parcela renovável sazonalmente da recarga para todos os aquíferos que afloram na bacia. No caso das reservas permanentes, ou seja, aquelas situadas abaixo no nível de oscilação sazonal não foram estimadas, haja vista a disponibilidade de dados.

Quadro 82: Conceitos, descrição e fórmula das variáveis utilizadas nesta avaliação.

Conceito	Descrição	Fórmulas e faixa de variação
Recarga ou Reserva Potencial Direta (RPD), Reserva Renovável ou Reguladora	Parcela da precipitação média anual que infiltra e efetivamente chega aos aquíferos livres.	RPD = A· Ci · P A – Área do aquífero Ci – Coeficiente de Infiltração P - Precipitação
Vazão de Base (Qb)	Parcela da vazão dos rios que é derivada dos rios. Responsável pela perenidade dos corpos de água.	
Coeficiente de Sustentabilidade (Cs)	Percentual da RPD que pode ser explotável de forma sustentável.	Aquíferos porosos livres de elevada transmissividade: Cs = 0,2 Aquíferos cársticos: Cs =0,2 - 0,4 Aquíferos fraturados: Cs =0,2 - 0,4

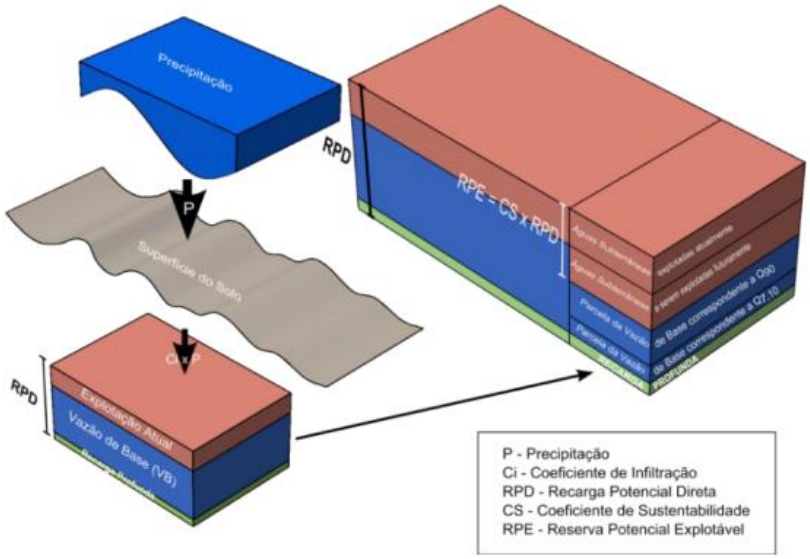


Figura 56: Conceitos, descrição e fórmula das variáveis utilizadas nesta avaliação.

4.3.1 Análise de dados quali-quantitativo dos poços da região

Segundo o banco de dados do SIAGAS e do SIOUT RS, existem 584 poços cadastrados, sendo que apenas 32 possuem portaria de outorga junto ao DRHS, o que evidencia a alta taxa de poços irregulares no Estado do Rio Grande do Sul (Figura 57). Os quadros a seguir mostram a distribuição destes poços entre os sistemas aquíferos.

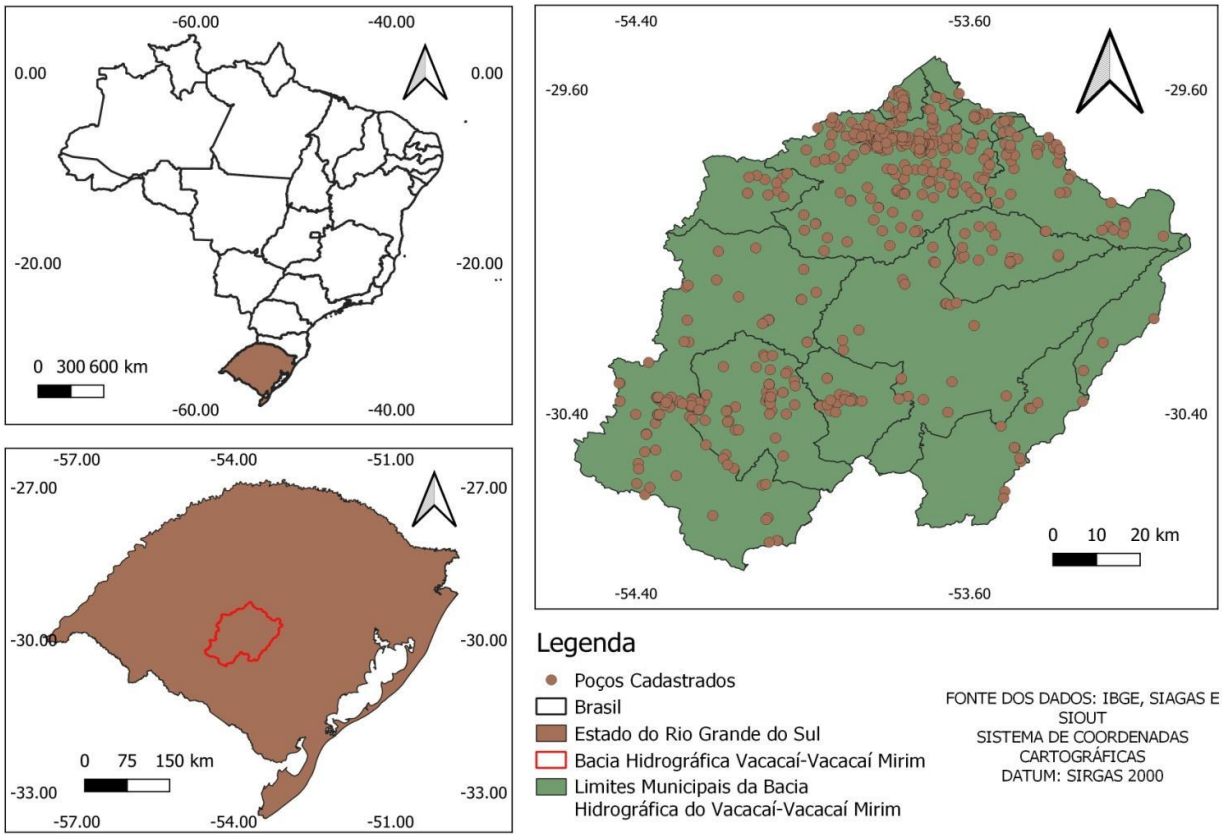
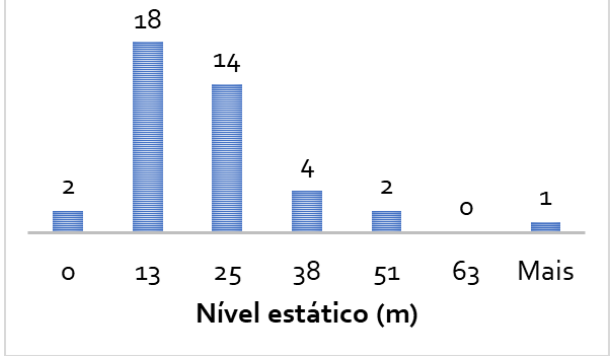
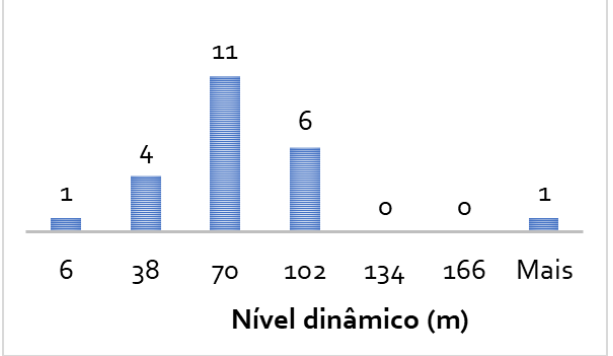


Figura 57: Mapa de localização dos poços cadastrados.

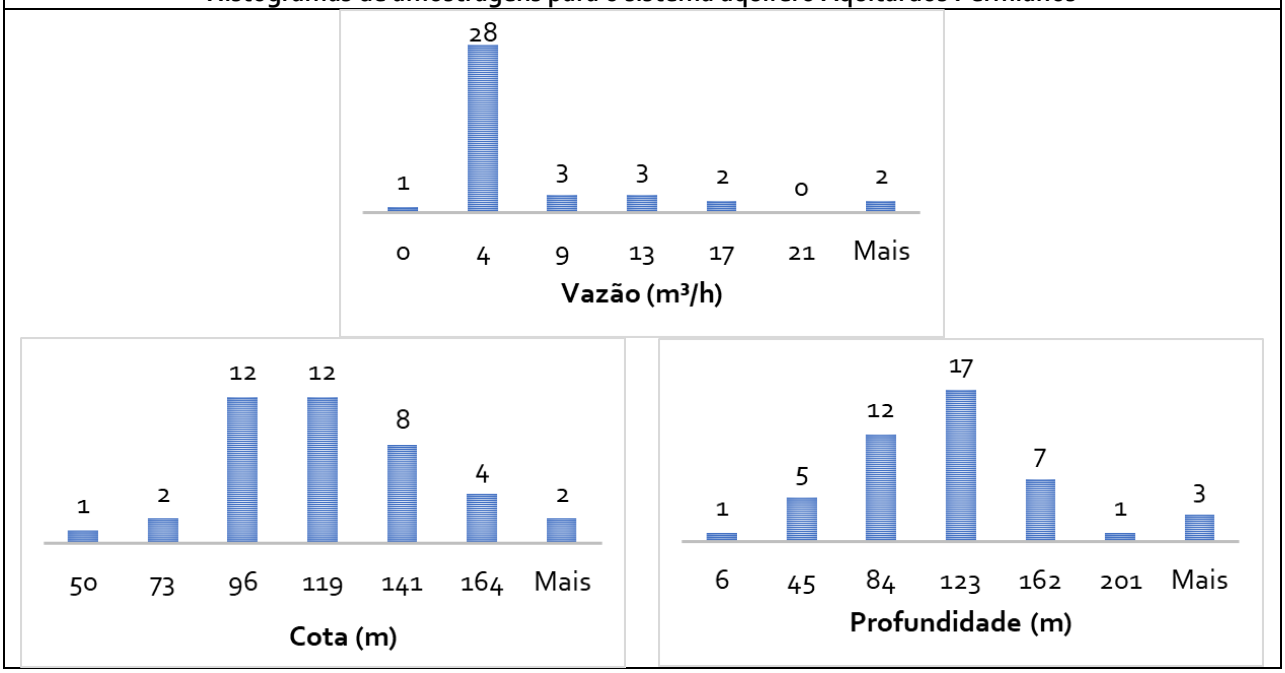
Quadro 83: Número de amostras com dados conforme parâmetros monitorados nos poços cadastrados, para o sistema aquífero Aquitardos Permianos

Histogramas de amostragens para o sistema aquífero Aquitardos Permianos



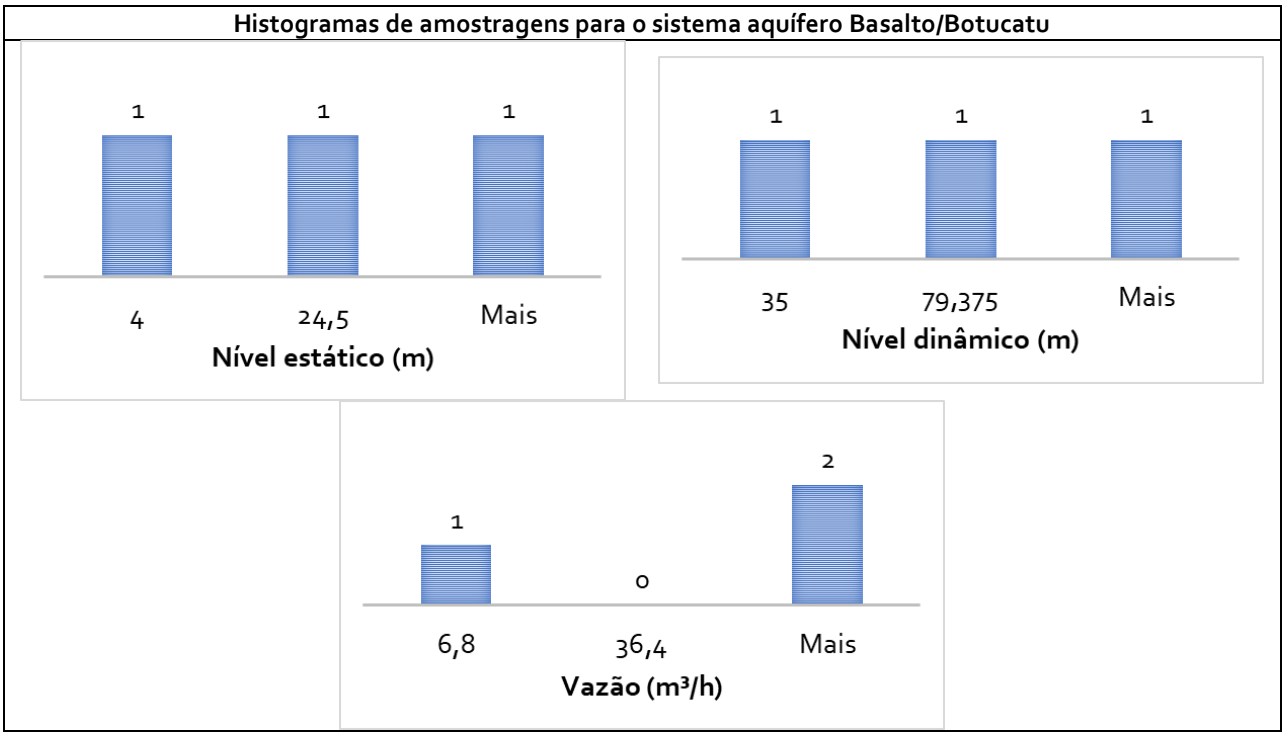


Histogramas de amostragens para o sistema aquífero Aquitardos Permianos

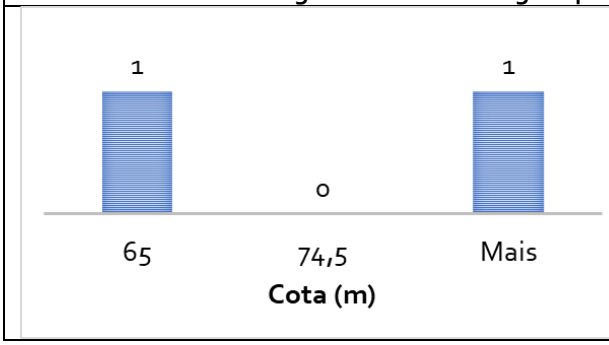


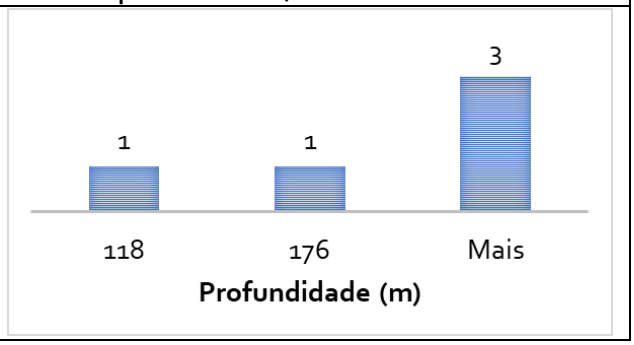
Quadro 84: Número de amostras com dados conforme parâmetros monitorados nos poços cadastrados, para o sistema aquífero Basalto/Botucatu

Histogramas de amostragens para o sistema aquífero Basalto/Botucatu



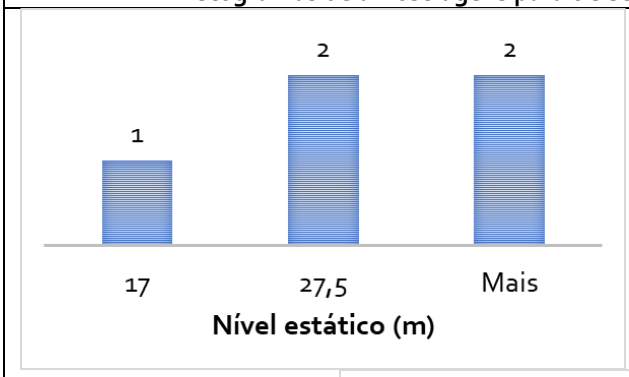
Histogramas de amostragens para o sistema aquífero Basalto/Botucatu

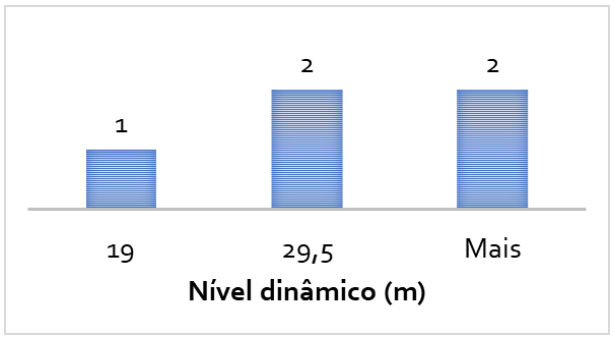


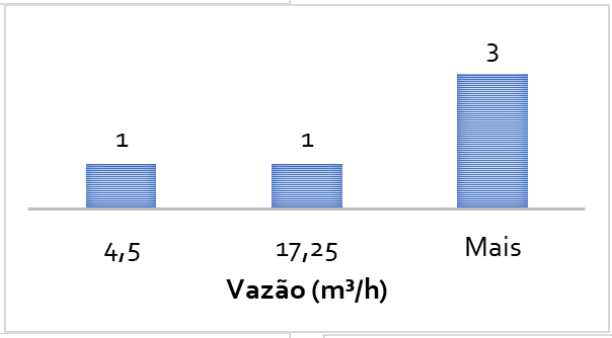


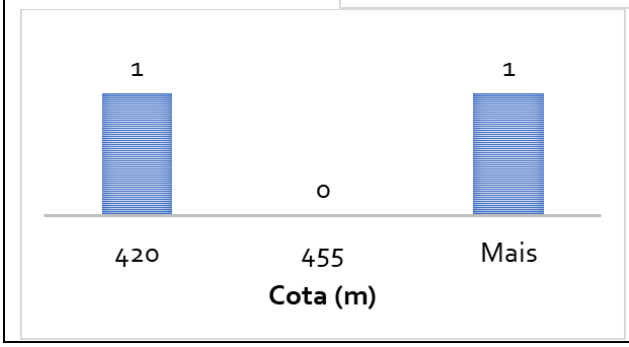
Quadro 85: Número de amostras com dados conforme parâmetros monitorados nos poços cadastrados, para o sistema aquífero Guarani – Unidade Botucatu

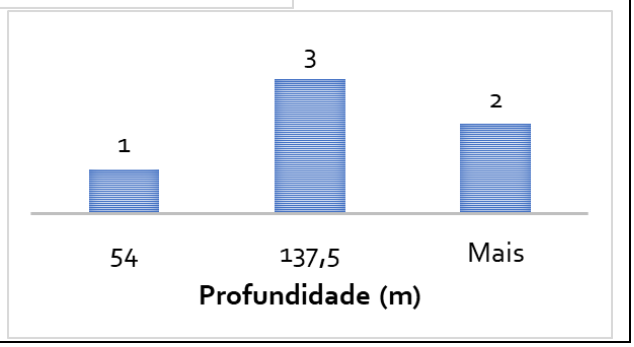
Histogramas de amostragens para o sistema aquífero Guarani – Unidade Botucatu





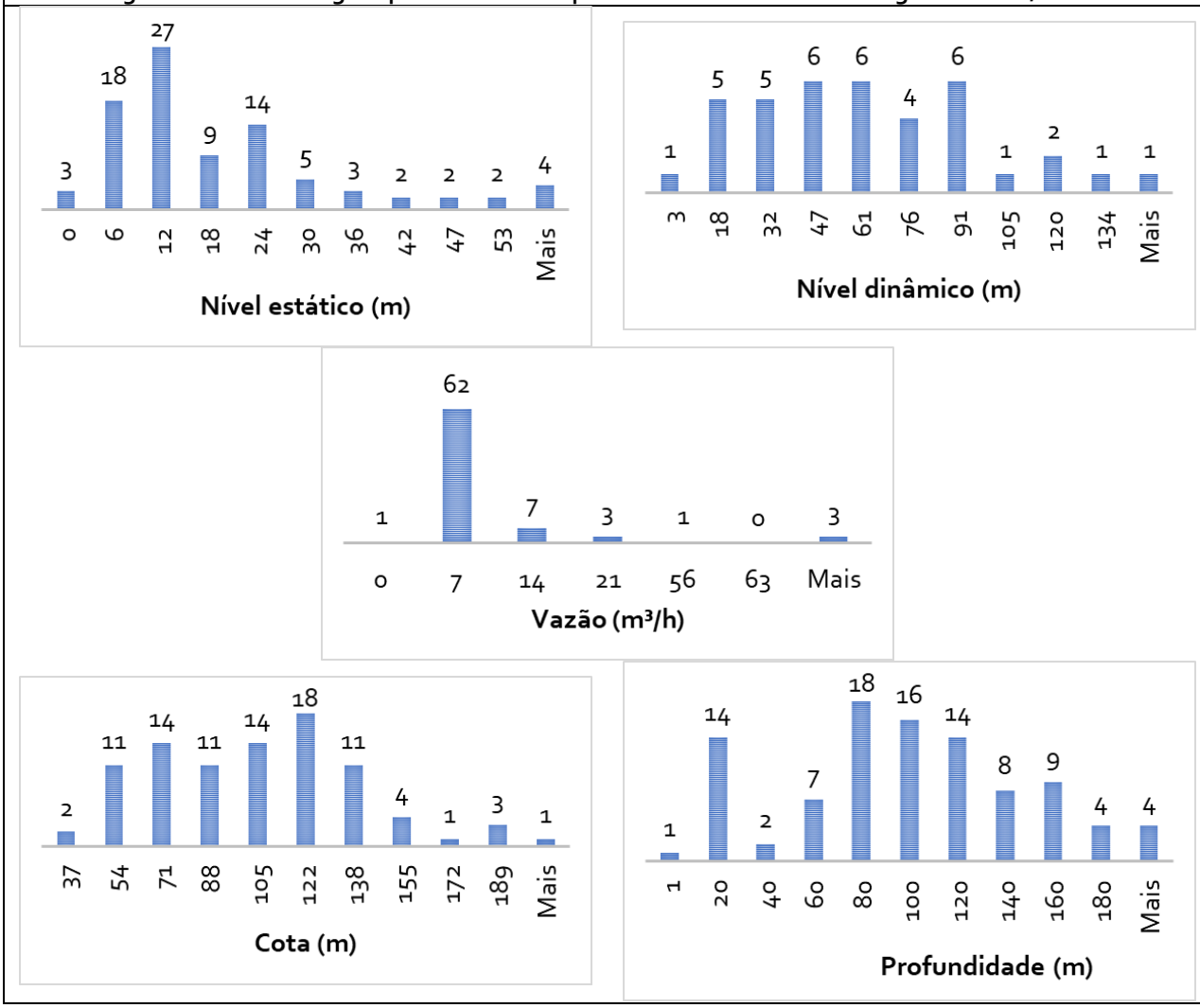






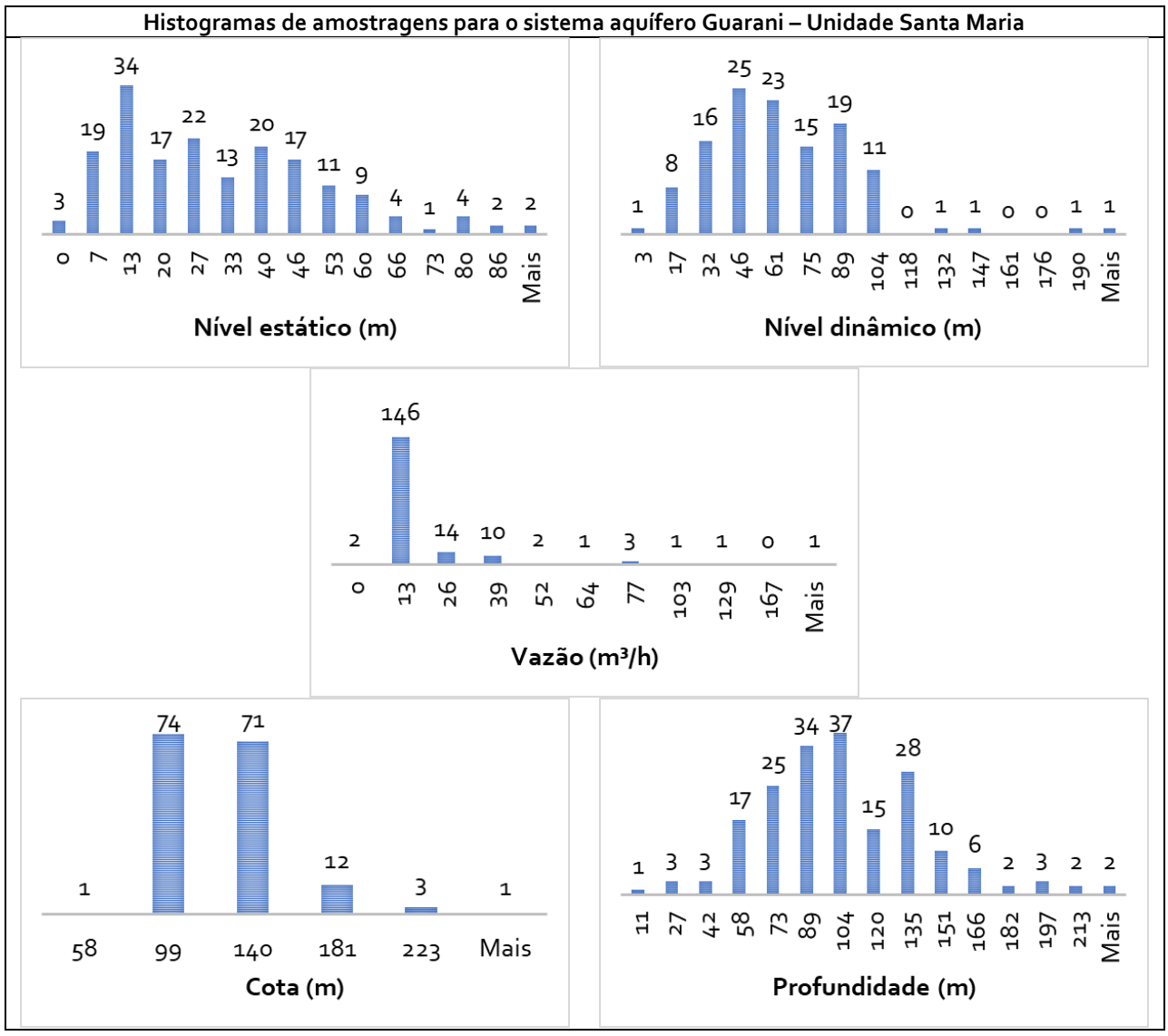
Quadro 86: Número de amostras com dados conforme parâmetros monitorados nos poços cadastrados, para o sistema aquífero Guarani - Unidade Sanga do Cabral/Piramboia

Histogramas de amostragens para o sistema aquífero Guarani – Unidade Sanga do Cabral/Piramboia

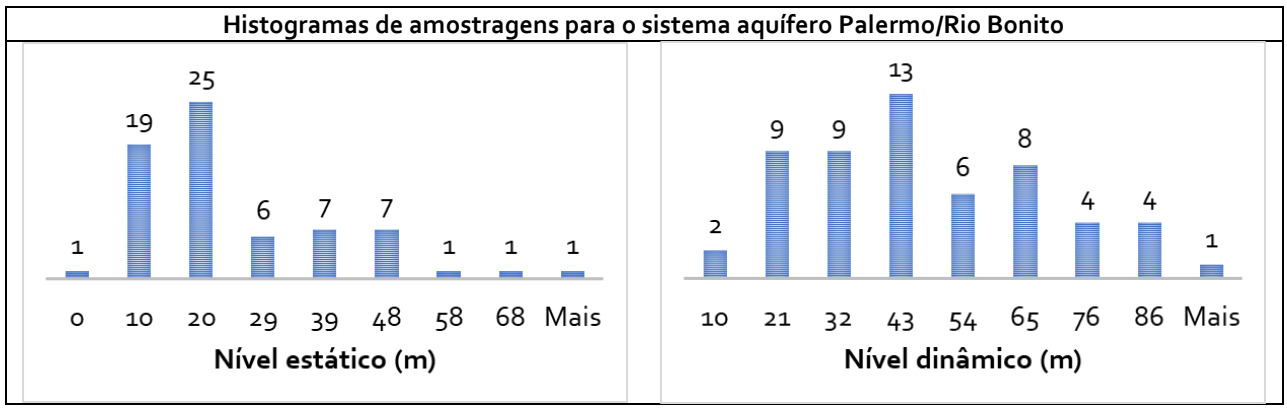


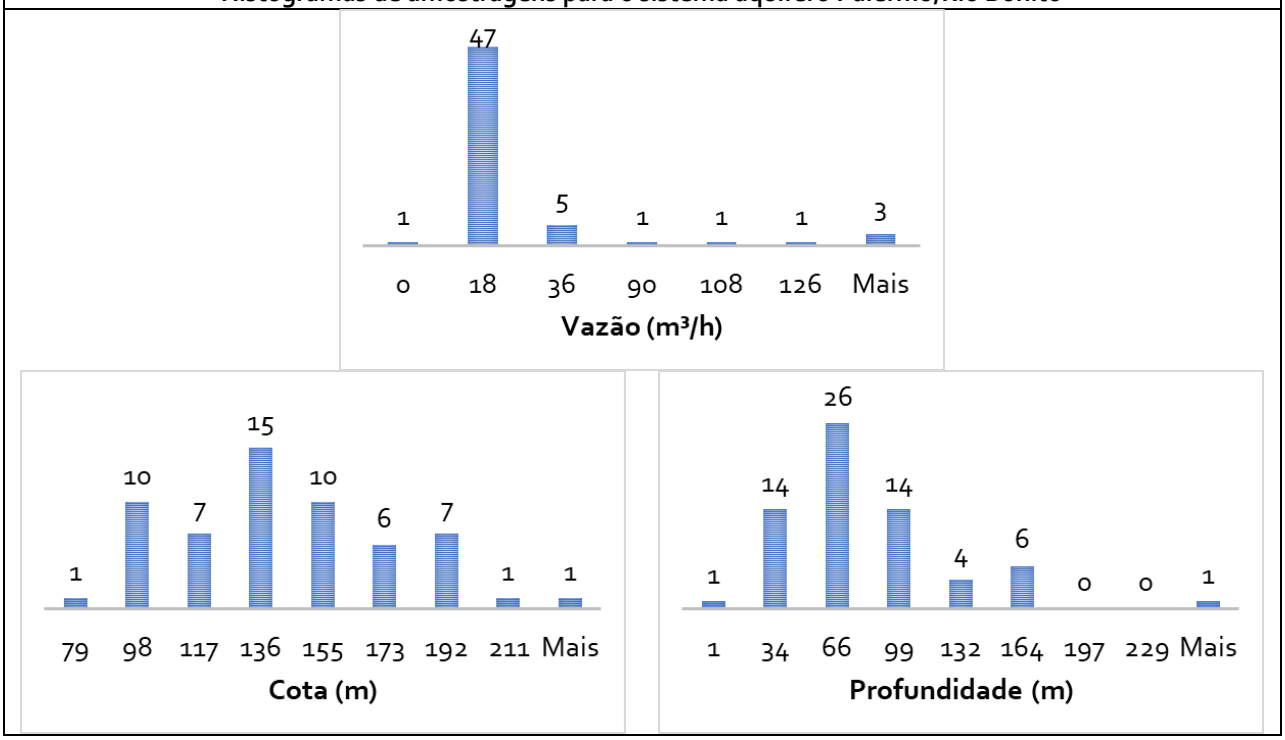
Quadro 87: Número de amostras com dados conforme parâmetros monitorados nos poços cadastrados, para o sistema aquífero Guarani - Unidade Santa Maria

Histogramas de amostragens para o sistema aquífero Guarani – Unidade Santa Maria

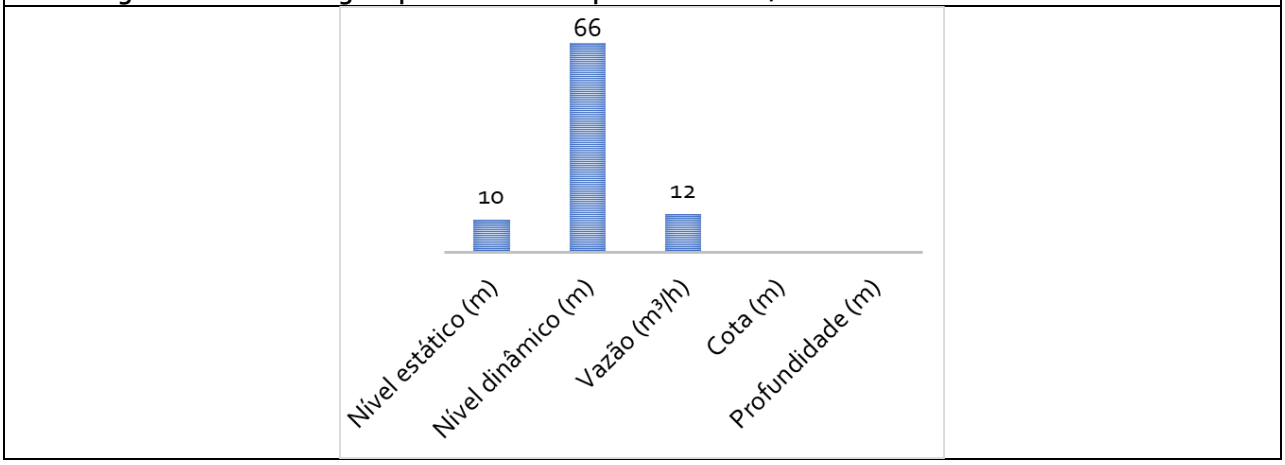


Quadro 88: Número de amostras com dados conforme parâmetros monitorados nos poços cadastrados, para o sistema aquífero Palermo/Rio Bonito



Histogramas de amostragens para o sistema aquífero Palermo/Rio Bonito


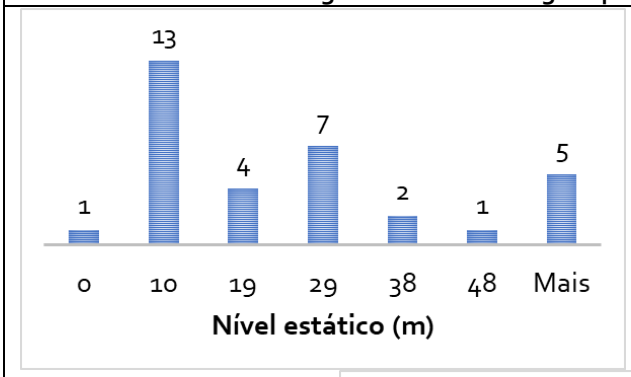
Quadro 89: Número de amostras com dados conforme parâmetros monitorados nos poços cadastrados, para o sistema aquífero Palermo/Rio Bonito e Embasamento Cristalino II

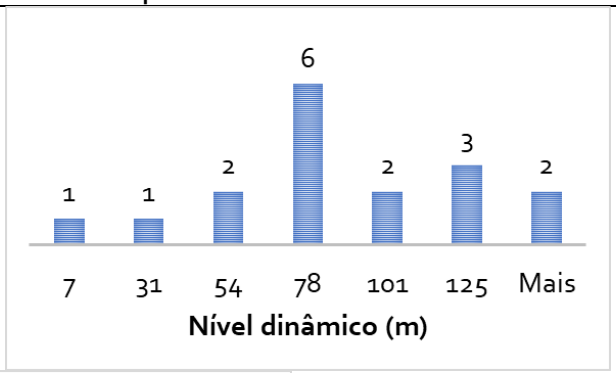
Histogramas de amostragens para o sistema aquífero Palermo/Rio Bonito e Embasamento Cristalino II


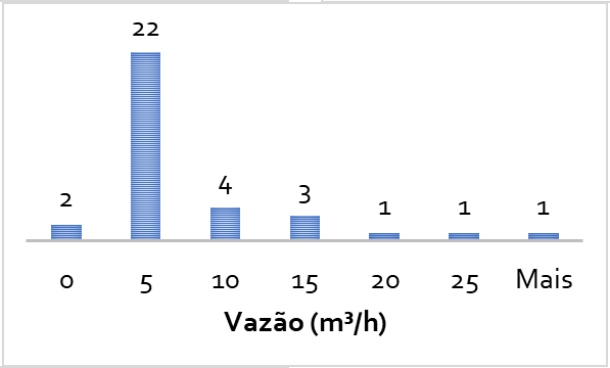
Quadro 90: Número de amostras com dados conforme parâmetros monitorados nos poços cadastrados, para o sistema aquífero Serra Geral II

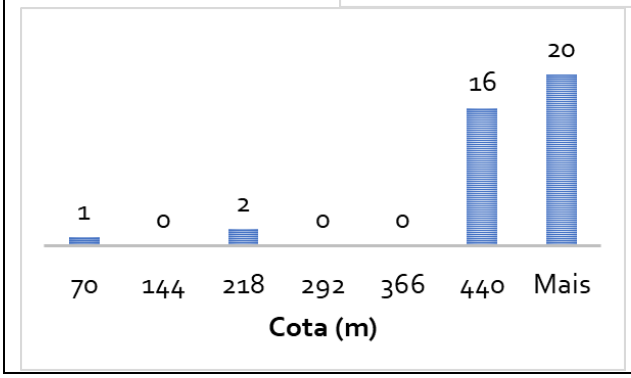
Histogramas de amostragens para o sistema aquífero Serra Geral II

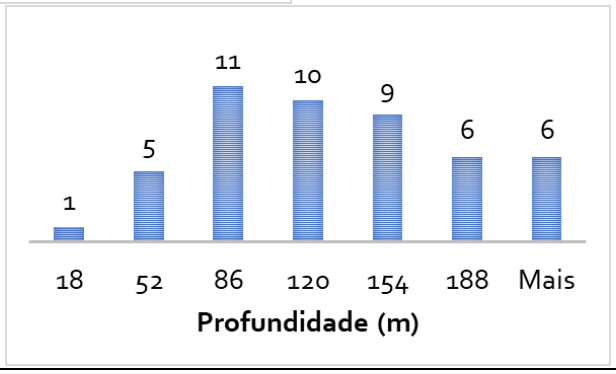
Histogramas de amostragens para o sistema aquífero Serra Geral II











> *Caracterização Hidroquímica*

A caracterização hidroquímica das águas subterrâneas na Bacia será apresentado a seguir. O único sistema a ser analisado foi o Sistema Aquífero Santa Maria em função da disponibilidade de dados, com cujas análises foi produzido o Diagrama de Piper. Segundo os resultados obtidos as águas do Aquífero Santa Maria podem ser classificadas predominantemente em dois campos, sendo o campo das águas Sódicas Sulfatadas, o principal e o campo das Sódicas Bicarbonatadas, conforme a figura 4.3.2.1.

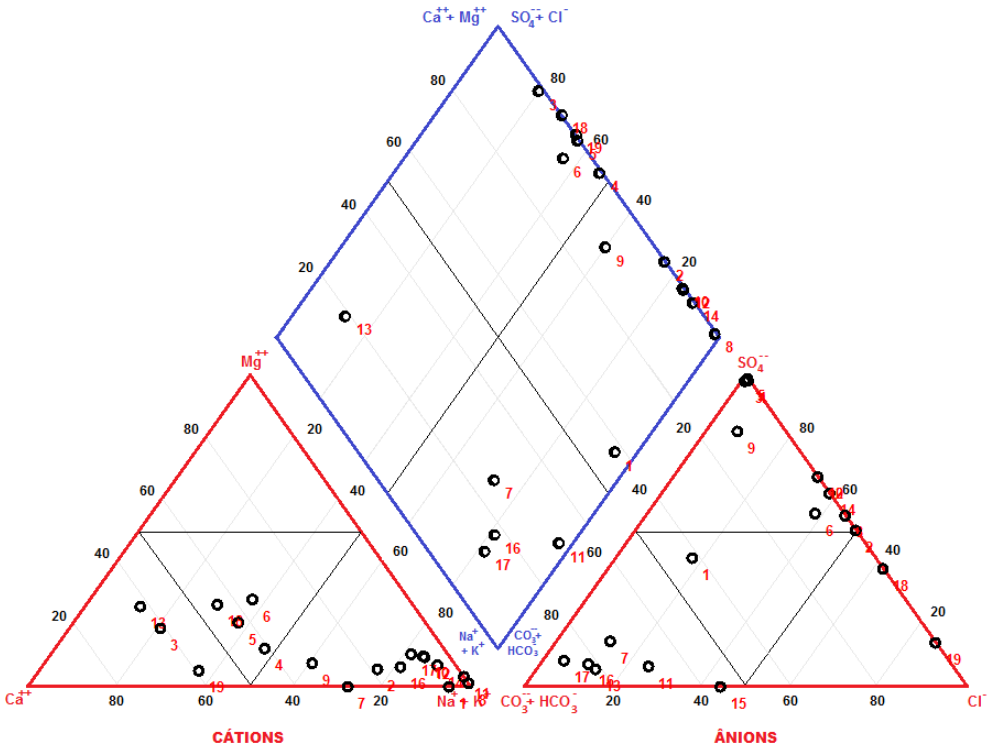


Figura 58: Diagrama de Piper com a classificação das amostras

A Tabela 1 demonstra os percentuais de todas as análises onde podemos apurar que as Sódicas Sulfatadas correspondem a 33,3% das amostras, as Sódicas Bicarbonatadas 22,2%, Sulfatadas Mistas 17% e 27,5% divididas entre Cálcicas Cloretadas Bicarbonatadas Sulfatadas Mistas, Sódicas Mistas e Cloretadas Mistas.

Quadro 91: Diagrama de Piper com a classificação das amostras

Classes	Quantidade	%	Classes	Quantidade _1	%
Sódicas cloretadas	0	0	Magnesianas cloretadas	0	0
Sódicas Bicarbonatadas	4	22,2	Magnesianas Bicarbonatadas	0	0
Sódicas Sulfatadas	6	33,3	Magnesianas Sulfatadas	0	0
Sódicas Mistas	1	5,5	Magnesianas Mistas	0	0
Cálcicas cloretadas	1	5,5	cloretadas Mistas	1	5,5
Cálcicas Bicarbonatadas	1	5,5	Bicarbonatadas Mistas	0	0
Cálcicas Sulfatadas	1	5,5	Sulfatadas Mistas	3	17
Cálcicas Mistas	0	0	Mistas	0	0

Quadro 92: Resultados das amostras

Amostra	Na + K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Cl (mg/L)	CO3 + HCO3 (mg/L)	SO4 (mg/L)	Observações
483	180,77	8,38	0	44,6	167,9	148	Sódica Mista

Amostra	Na + K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Cl (mg/L)	$CO_3 + HCO_3$ (mg/L)	SO_4 (mg/L)	Observações
586	81,4	17,1	3,15	48,6	0	66,9	Sódica Sulfatada
163	2,61	5,19	0,97	1,55	7,47	557	Cálcica Sulfatada
164	2,09	1,36	0,25	2,32	0,77	295	Mista Sulfatada
165	2,09	1,66	0,49	3,33	0,77	700	Mista Sulfatada
181	2,39	1,56	0,75	3,9	0,77	7,83	Mista Sulfatada
296	38	12,3	0	13,7	133,9	23,1	Sódica Bicarbonatada
367	130,9	0	0,8	0,03	0	0,05	Sódica Sulfatada
591	21,18	9,71	1,39	10,1	27,48	166	Sódica Sulfatada
253	49,1	3	3	1,2	0	3,4	Sódica Sulfatada
470	49	0	0,87	23,8	115,4	8,64	Sódica Bicarbonatada
179	49	2,9	2,9	1,2	0	3,4	Sódica Sulfatada
653	11	47,8	12,1	16,8	180,8	9,9	Cálcica Bicarbonatada
254	73,5	3	3	9,6	0	21,5	Sódica Sulfatada
516	0	0	0	5,5	12	0	Bicarbonatada
373	56	7,7	2,3	13,6	170,5	12,82	Sódica Bicarbonatada
71	53	4,7	3,6	4,2	133	11	Sódica Bicarbonatada
573	28,1	36,1	13,1	24,8	0	20,6	Mista Cloretada
31	20	28,3	1,5	16,5	0	3,7	Cálcica Cloretada

4.3.2 Avaliação das áreas de recarga

Para identificação das zonas de recarga foram gerados as superfícies potenciométricas, na qual foram desenvolvidos mapas nas principais zonas de recarga da BHVVM. O mapa de superfície potenciométrica é a ferramenta que melhor permite compreender o fluxo subterrâneo. As superfícies potenciométricas são geradas a partir da diferença entre o nível d'água e a cota do terreno, obtém-se o valor da recarga hidráulica em um determinado ponto do aquífero (Demétrio, 2006). De forma geral, a superfície potenciométrica representa o fluxo subterrâneo.

Ao observar o mapa das superfícies potenciométricas é possível observar linhas traçadas de maneira contínua, conhecidas como isoietas ou curvas de isovalor, e linhas de fluxo. As isoietas simbolizam a superfície do nível freático em diferentes pontos e quando se encontram com a altura vertical do lençol, esses pontos são os pontos de recarga total do aquífero. Já as linhas de fluxo, representadas nos mapas por setas indicam o sentido do fluxo subterrâneo, indicando as zonas de maior potencial para as de menor potencial.

O estudo do mapa de superfície potenciométrica tem o objetivo de identificar a recarga do aquífero e também responder ao questionamento: são os rios que abastecem o aquífero ou o aquífero que está abastecendo os rios.

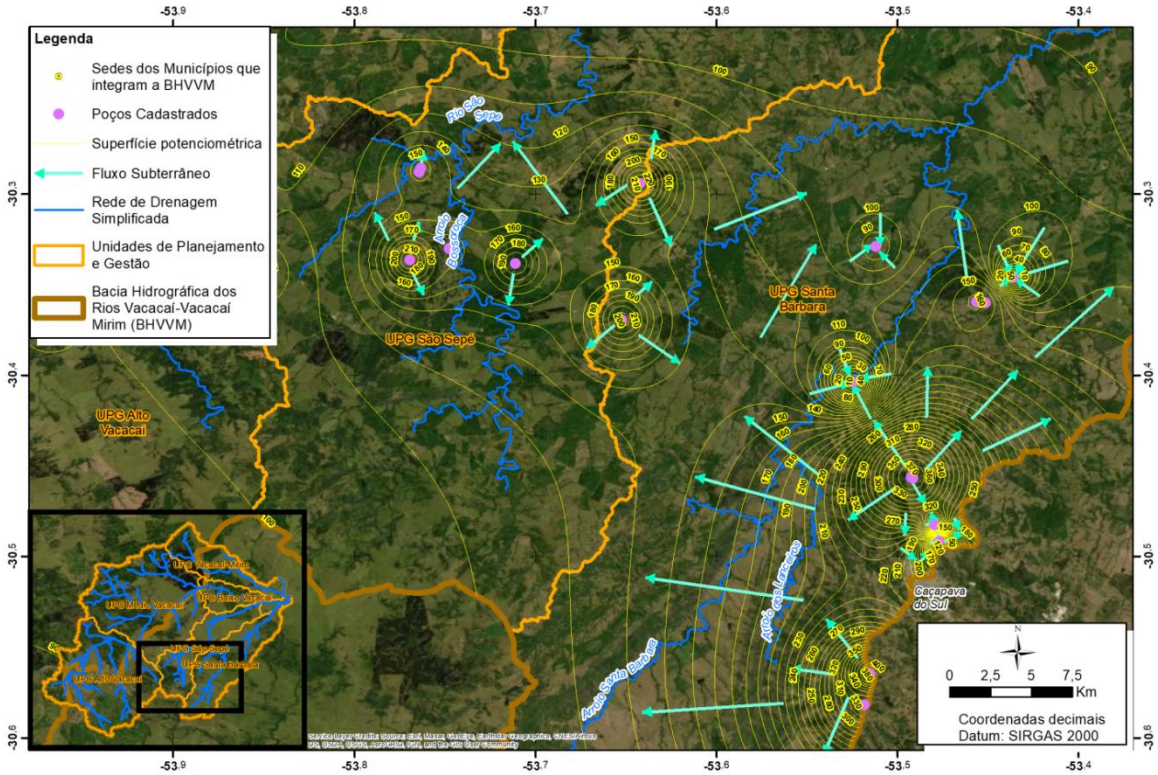


Figura 59: Mapa potenciométrico do Rio São Sepé e Arroio Santa Bárbara

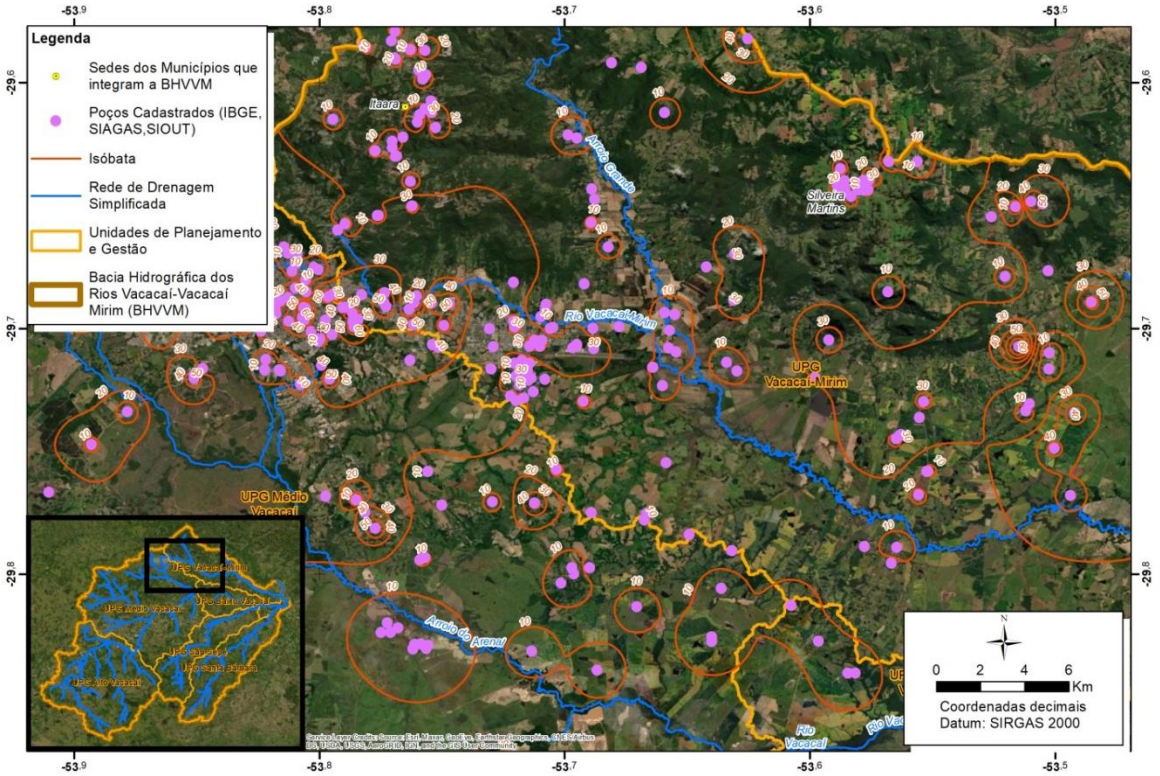


Figura 60: Mapa de isóbatas do Alto Vacacaí

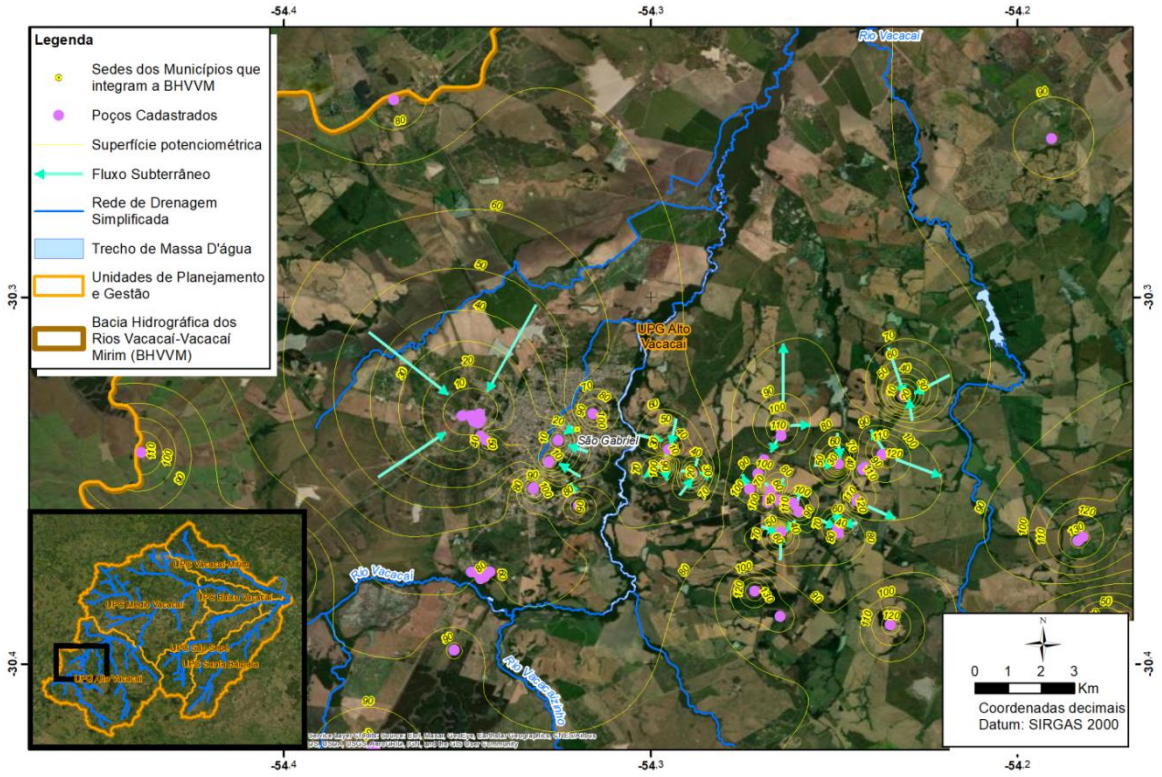


Figura 61: Mapa da superfície potenciométrica do Alto Vacacaí

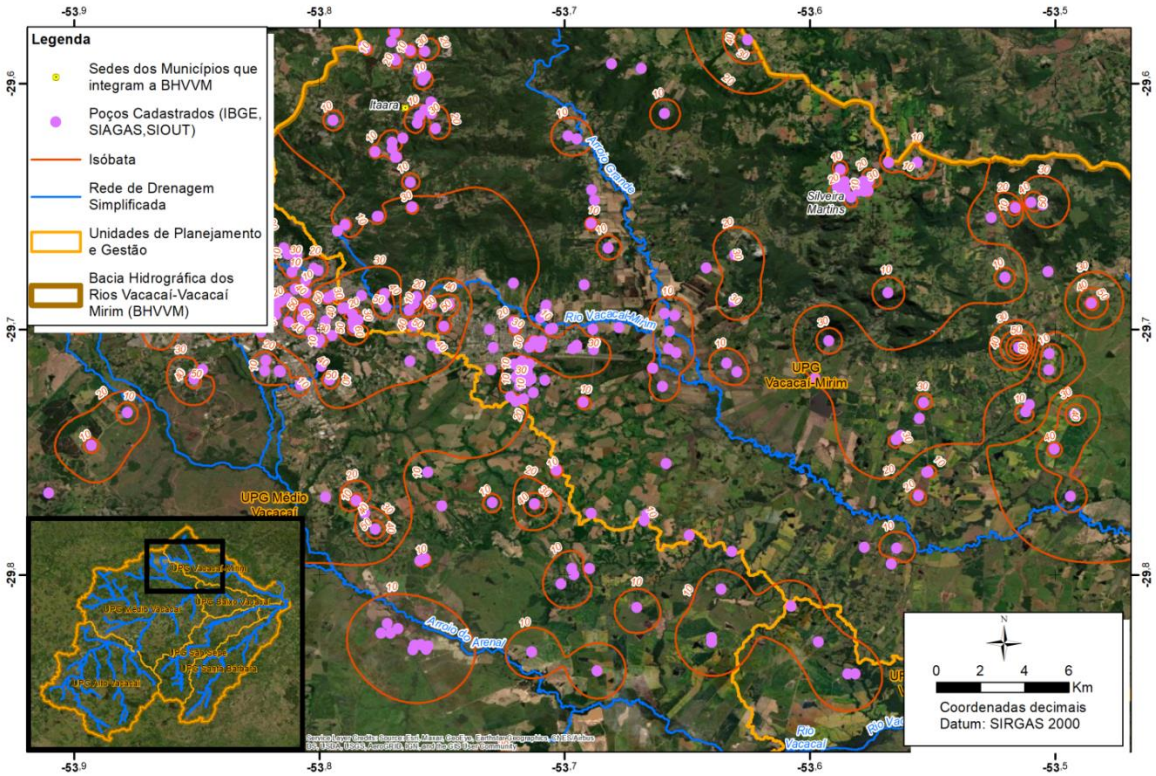


Figura 62: Mapa das isóbatas do Rio Vacacaí Mirim

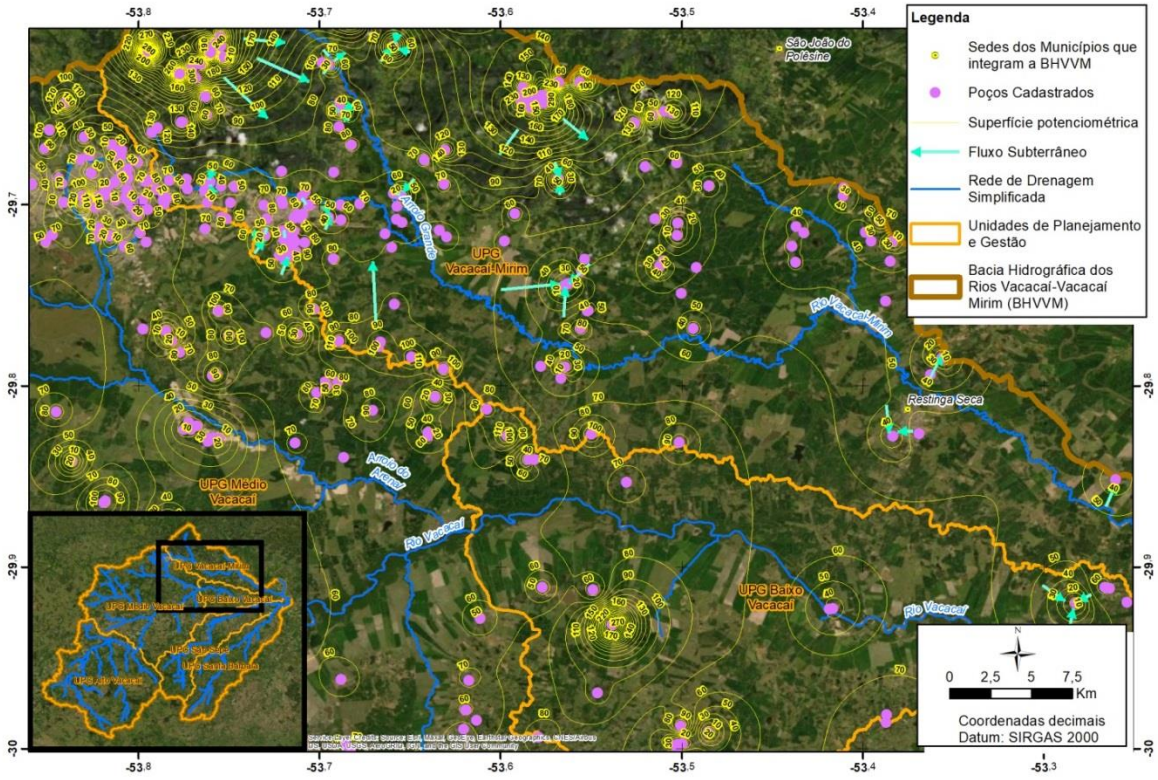


Figura 63: Mapa de superfície potenciométrica do Rio Vacacaí Mirim

4.3.3 Estimativa de disponibilidade hídrica

A avaliação da disponibilidade hídrica subterrânea renovável na Bacia do Vacacai e Vacacaí Mirim foi estimada utilizando metodologias adotadas anteriormente nos diagnósticos dos planos de recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios Paranapanema (ANA, 2014), Grande (ANA, 2015) e Paraguai (ANA, 2016), as quais se mostraram adequadas em função da disponibilidade de dados. Consistem em distintos métodos, com vistas a obter um resultado para a bacia que procure contabilizar integradamente os componentes superficial e subterrâneo, de forma que o balanço hídrico possa ser elaborado tendo em conta ambas as parcelas de fluxo e permita uma visão sistêmica da bacia, essencial para a gestão sustentável e integrada dos recursos hídricos.

Nesta avaliação serão consideradas duas estimativas de disponibilidade hídrica subterrânea: por coeficiente de infiltração e precipitação (dados de entrada) e com base em vazões características da curva de permanência e vazões mínimas (dados de saída) de algumas sub-bacias com dados disponíveis.

A primeira estimativa (dados de entrada) compreende os volumes de águas subterrâneas que anualmente são recarregados nos aquíferos livres através da infiltração de parte da precipitação pluviométrica. Os quantitativos dessa parcela estão relacionados diretamente com as características do meio físico, como geologia, solo, relevo, chuva, clima, e com o uso e

ocupação da terra e não contabilizam os volumes retirados dos aquíferos pelos poços já instalados e em operação. No segundo caso, onde a avaliação é pautada nos dados de saída, utiliza-se como parâmetros de cálculo as vazões mínimas características e análise das curvas de recessão. Refere-se à avaliação qualitativa e relativa da contribuição subterrânea ao escoamento superficial total em relação às áreas de contribuição das estações fluviométricas selecionadas. Nesta abordagem o volume subterrâneo estimado é líquido, ou seja, descontado das extrações por poços tubulares. Evidentemente em função do período da série e data de construção/operação dos poços. Esses dois métodos e os cálculos resultantes são complementares na avaliação da disponibilidade integrada e serão apresentados a seguir de forma mais detalhada.

> *Estimativa de disponibilidade hídrica subterrânea por taxa de infiltração e precipitação - dados de entrada*

Na estimativa da disponibilidade hídrica subterrânea utilizando o coeficiente de infiltração e precipitação foram empregados parte das definições contidas no Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos (ANA, 2013b). Com base nessa referência apresenta-se a seguir os conceitos básicos de Reserva Potencial Direta (RPD), Reserva Potencial Explotável (RPE) e Coeficiente de Sustentabilidade (Cs).

A Recarga Potencial Direta (RPD) corresponde à parcela da precipitação pluviométrica média anual que infiltra e efetivamente chega aos aquíferos livres (Equação 1). Essa recarga inclui em seu cômputo o fluxo de base - parcela do escoamento superficial alimentada por água subterrânea (Qb), a extração atual de águas subterrâneas por poços tubulares (Qp), a recarga profunda (Rp), além da parcela correspondente à circulação lateral (Cl), conforme apresentado na Equação 2. Todavia, tanto a recarga profunda como a circulação lateral exigem avaliações hidrogeológicas específicas, fora do alcance do presente diagnóstico, de maneira que não serão consideradas no cômputo. O Qp será considerado no balanço hídrico integrado final.

Equação 1: $RPD = A \cdot Ci \cdot P$

Equação 2: $RPD = Qb + Qp + RP + CL$

Na Figura 64 apresenta-se, de forma genérica, o esquema das parcelas que compõem a Reserva Potencial Direta no ciclo hidrológico.

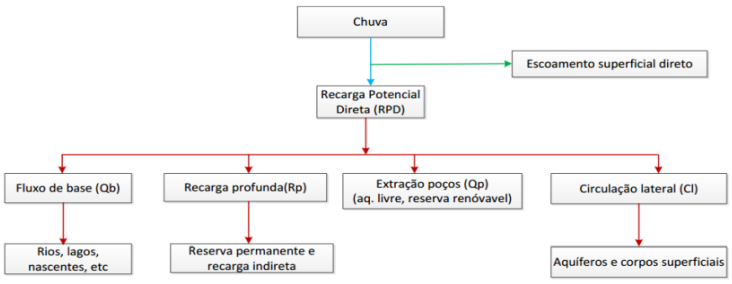


Figura 64: Conceitos, descrição e fórmula das variáveis utilizadas nesta avaliação.

5 Avaliação do quadro atual dos usos da água, das demandas hídricas associadas e fontes de poluição

Este capítulo realiza um apanhado geral dos usos na bacia, resultando nas demandas relacionadas a cada finalidade, apresentando uma consolidação das retiradas que serão utilizadas no balanço hídrico superficial e, por fim, estimando as cargas poluidoras, que serão utilizadas no balanço hídrico qualitativo.

As demandas hídricas nada mais são que a quantia de água que cada usuário da bacia necessita para desenvolver suas atividades (Figura 65).

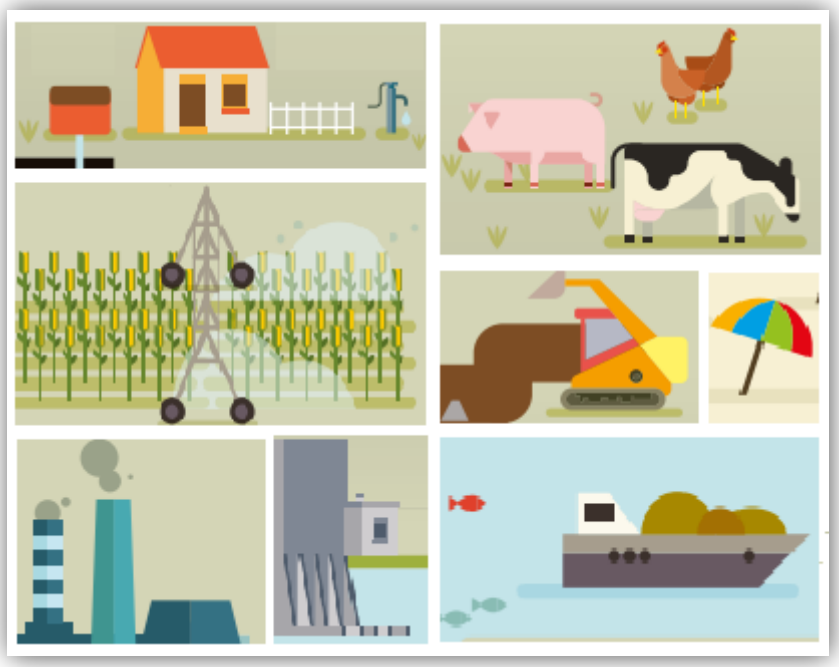


Figura 65: Usuários de água da bacia (adaptado de ANA[67])

Estas demandas podem ser atendidas por diferentes fontes hídricas, tais como águas subterrâneas, águas de rios, lagos, lagoas e nascentes, águas da chuva e águas salobras. Destas fontes hídricas boa parte do atendimento provém das águas superficiais, resultando assim em uma retirada de água dos rios, lagos, lagoas, nascentes e outros corpos hídricos superficiais. Além disso, dependendo da finalidade do uso, uma parcela dessa retirada de água não é efetivamente consumida, retornando então aos corpos hídricos em forma de efluentes através de lançamentos pontuais (efluentes que são lançados diretamente no corpo hídrico) ou através de lançamentos difusos (efluentes que se infiltram no solo e chegam ao curso hídrico por percolação).

Aos usos em que ocorre o consumo de água dá-se o nome de usos consuntivos (Figura 66). Os principais usos consuntivos da água no Brasil são para abastecimento humano, criação

animal, indústria de transformação, mineração e para irrigação[200].

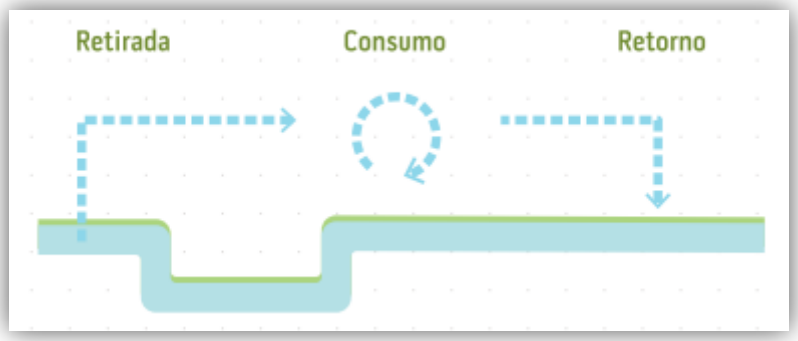


Figura 66: Esquematização dos usos consuntivos

Fonte: Adaptado de ANA[67]

As vazões efetivamente consumidas são relacionadas à demanda em si, mas também ao fator de retorno das águas após a retirada em função dos padrões de consumo de cada finalidade. Estas relações entre a retirada e o consumo são proporcionais aos coeficientes de retorno para cada tipo de uso, elencados no Quadro 93.

Quadro 93: Coeficientes de retorno para cada finalidade

Finalidade	Coeficiente de Retorno
Abastecimento Urbano*	0,8
Pecuária*	0,2
Indústria*	0,8
Irrigação**	0,2
Mineração***	0,75

** Nota Técnica nº 56/2015/SPR_ANA*
*** SRHU & FUNARBE. Desenvolvimento de Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil. Relatório Técnico, 2011.*
**** Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil_ANA*

Por outro lado têm-se os usos considerados não consuntivos, que não afetam diretamente a quantidade de água de um determinado local. Estes usos, apesar de não possuírem coeficientes de consumo, são dependentes de certas quantidades e de certa qualidade das águas para possibilitar a sua real utilização. Exemplos de usos consuntivos são a navegação, a pesca, o turismo e o lazer.

As demandas da região foram avaliadas, inicialmente, com base nos registros dos órgãos de gestão ambiental e de recursos hídricos, os quais deveriam representar a integralidade das demandas locais, uma vez que todos os usuários devem, por lei, ter os seus usos regularizados. Entretanto, sabe-se da fragilidade que os instrumentos de gestão apresentam e, muitas vezes, os usos regularizados podem não representar a totalidade das retiradas de água na bacia, bem como apresentar inconsistências nos dados. Por isso, foi proposta uma segunda metodologia,

[200] BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil. Brasília, 2019.

de usos estimados, para contornar a incerteza dos dados.

Já para usos não consuntivos, aos quais interessa principalmente a qualidade das águas, foi realizada uma busca em dados das prefeituras e secretarias de turismo da região, informações obtidas com o Comitê e com órgãos gestores.

5.1 Usos regularizados

5.1.1 Usos de água regularizados

Para as demandas regularizadas da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim foram consideradas as intervenções registradas junto ao órgão de controle de recursos hídricos do Estado do Rio Grande do Sul e de vigilância da água, a saber:

DIOUT: A DIOUT é a divisão responsável pelas outorgas de uso da água do RS, sendo parte do DRHS/SEMA-RS do Estado. Desde 2018, através da Portaria SEMA-RS nº 110 de 2018, foi instituída a obrigatoriedade do Sistema de Outorga – SIOUT RS para os processos administrativos relacionados aos recursos hídricos sob gestão do RS, fazendo a migração dos processos físicos para o sistema *online*. Foi considerado o banco de dados do SIOUT RS até outubro de 2020.

Ministério da Saúde: por meio do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA) são armazenadas informações sobre os SAAs e as soluções alternativas de abastecimento de água (SAC e SAI) para consumo humano dos municípios. O sistema é o principal instrumento para o monitoramento e avaliação dos indicadores do PROGRAMA VIGIÁGUA (Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano). Foi considerado o banco de dados do SISAGUA até outubro de 2020.

Foram, portanto, considerados como usos regularizados os usos devidamente registrados junto aos dois órgãos supracitados. Sabe-se que, existem muitos usuários de água que apenas realizam o cadastro da intensão de uso da água, sem efetivamente solicitar a outorga, a qual autoriza o uso da água para a finalidade necessária. Entretanto, devido ao grande quantitativo de usos registrados, mas que não possuem outorga emitida ainda, é apresentado a seguir o descritivo de uso da água diferenciando usos 'cadastrados' (registro de intensão de uso) e usos 'outorgados' (outorga para autorização do uso da água), de forma a aproveitar amplamente os registros de uso da água existentes. Sabe-se, contudo, que diversos usuários ainda não possuem seus usos devidamente registrados junto aos órgãos de controle, seja por desconhecimento da legislação e procedimentos, seja por receio das sanções legais ou descaso; portanto, os usos cadastrados e outorgados permitem apenas uma inferência da demanda hídrica na região, mas sem representar de forma consistente a demanda total por água na bacia, devido ainda à deficiência de regularização do uso da água.

> **Registro de intensão de uso X outorga para autorização do uso da água**

A Bacia Hidrográfica dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim possui um total de 3854 registros

de intensão usos pelo uso da água (apenas na fase 'cadastro'), sendo que mais de metade destes se destinam ao uso para consumo agrícola (38%) e criação animal (45%), conforme o Quadro 94 e a Figura 67. Registros de uso da água para produção agrícola estão mais concentrados na UPGs Vacacaí-Mirim e Baixo Vacacaí, e consumo animal, nas UPGs Santa Bárbara, São Sepé e Alto Vacacaí.

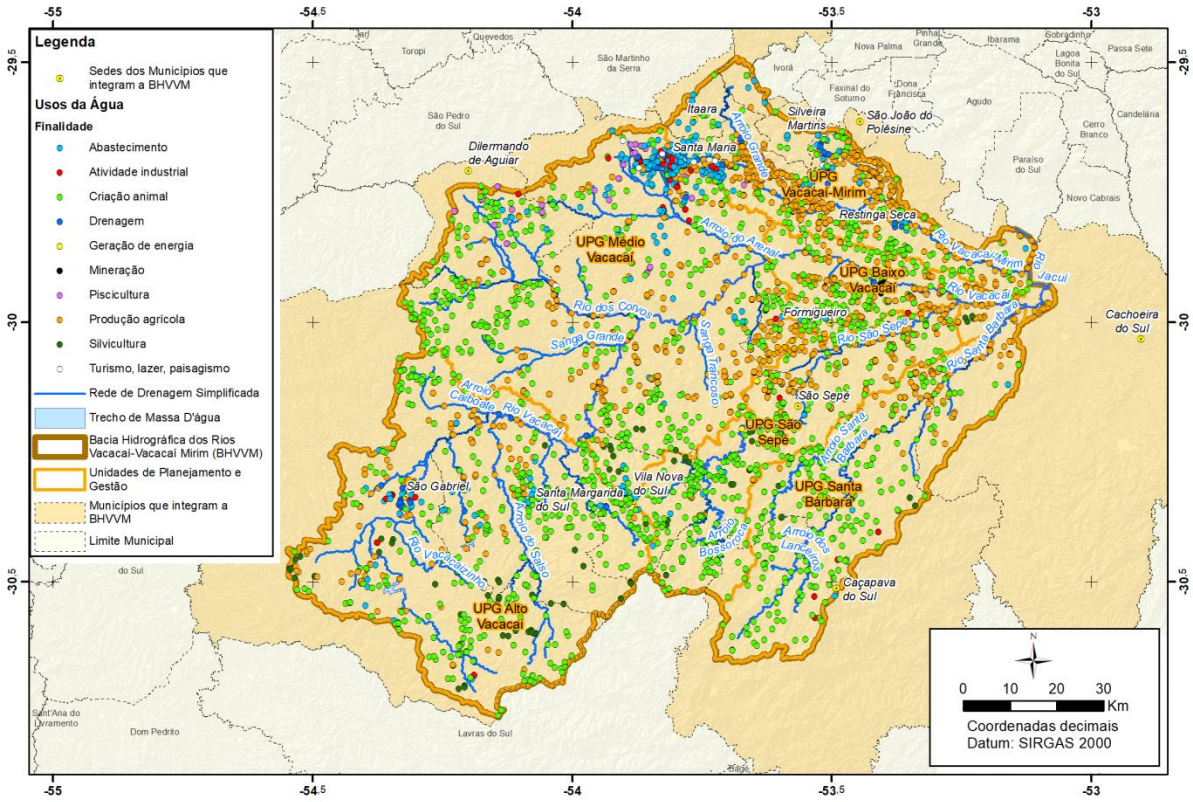


Figura 67: Usos registrados na BHRM por finalidade

Quadro 94 Quantitativo de registros de uso da água

	Nº de registros de uso da água						
Uso / UPG	Alto Vacacai	Médio Vacacaí	Baixo Vacacaí	São Sepé	Santa Bárbara	Vacacaí-Mirim	Total
Atividade industrial	15	42	0	2	5	6	70
Abastecimento	34	215	5	12	6	108	380
Produção agrícola	140	333	204	169	113	489	1448
Silvicultura	46	9	4	18	6	0	83
Criação animal	351	419	191	318	249	205	1733
Turismo, lazer, paisagismo	2	10	0	0	0	12	24
Mineração	0	0	7	0	0	0	7
Piscicultura	1	44	0	0	0	5	50
Geração de energia	0	0	0	3	0	0	3
Drenagem	23	8	5	4	0	16	56
Esgotamento sanitário	0	0	0	0	0	0	0
Resíduos	0	0	0	0	0	0	0
Navegação	0	0	0	0	0	0	0
Total	612	1080	416	526	379	841	3854

Já para os usos da água que estão registrados e devidamente outorgados (ou seja, foi autorizado pelo órgão gestor à utilização das águas para os devidos fins solicitados), o total de outorgas cai para 201 na bacia hidrográfica (Quadro 95 e Figura 68), cerca de 5% do total registrado. A maioria das outorgas são de autorizações de uso da água para abastecimento (45%), seguido pelas outorgas para intervenções de drenagem (25%), como as autorizações para o desassoreamento dos cursos hídricos que, apesar de não ser um uso da água consuntivo (ou seja, que consome a água) é uma intervenção em recursos hídricos que necessita de autorização para sua realização. Observa-se que a maioria das outorgas de uso da água concentram-se nas UPGs Médio Vacacaí e Vacacaí-Mirim, com destaque para o abastecimento.

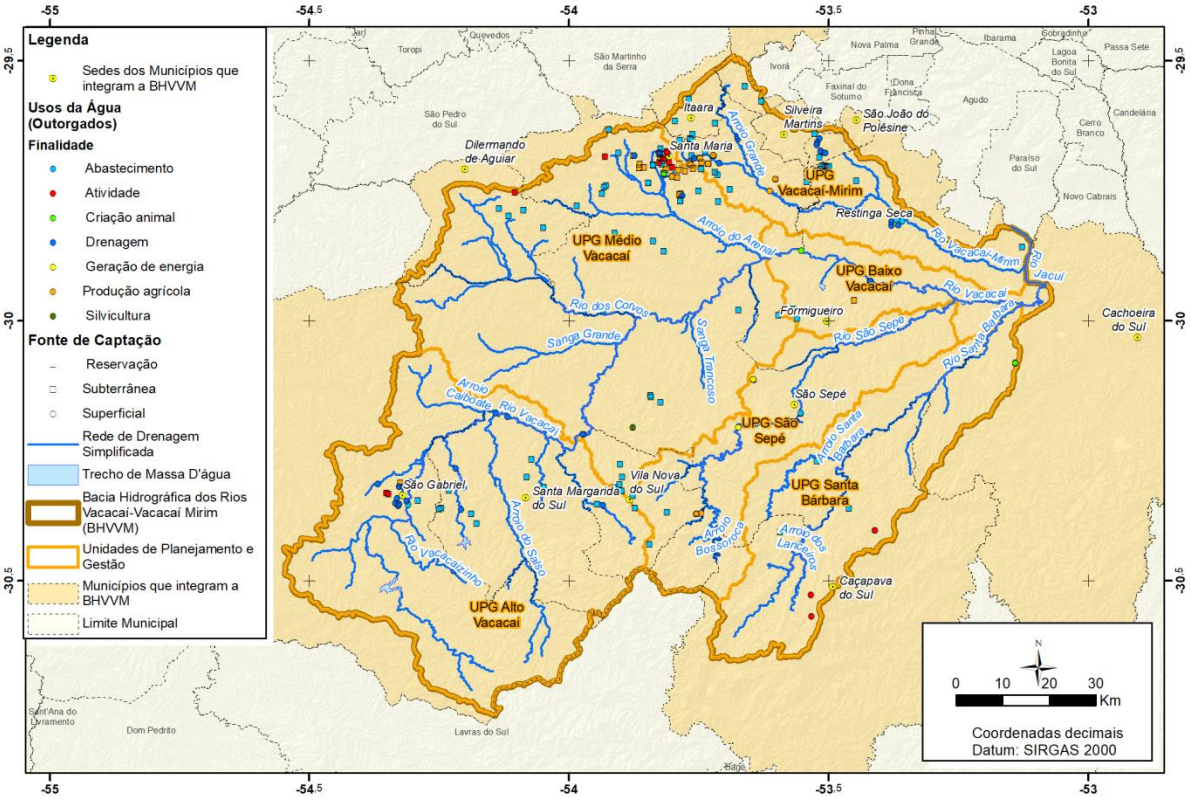


Figura 68: Usos outorgados na BHRM por finalidade e fonte de captação

Quadro 95: Quantitativo das outorgas de uso da água

	Nº de outorgas de uso da água						
Uso	Alto Vacacai	Médio Vacacaí	Baixo Vacacaí	São Sepé	Santa Bárbara	Vacacaí-Mirim	Total
Atividade industrial	2	8	0	0	3	1	14
Abastecimento	11	37	2	6	4	33	93
Produção agrícola	1	14	1	4	0	11	31
Silvicultura	0	1	0	0	0	0	1
Criação animal	0	1	1	0	2	3	7
Turismo, lazer, paisagismo	0	1	0	0	0	1	2
Mineração	0	0	0	0	0	0	0
Piscicultura	0	0	0	0	0	0	0
Geração de energia	0	0	0	3	0	0	3
Drenagem	19	7	5	4	0	15	50
Esgotamento sanitário	0	0	0	0	0	0	0
Resíduos	0	0	0	0	0	0	0
Navegação	0	0	0	0	0	0	0
Total	33	69	9	17	9	64	201

A diferença entre registros e outorgas para o uso da água indica a relação entre a intensão pelo uso da água e a sua autorização propriamente dita para utilização. Ao passo que as finalidades de atividade industrial, abastecimento, geração de energia, e drenagem possuem uma relação alta (acima de 20%) entre os registros e as outorgas, as demais finalidades apresentam baixos índices dessa relação (Gráfico 32).

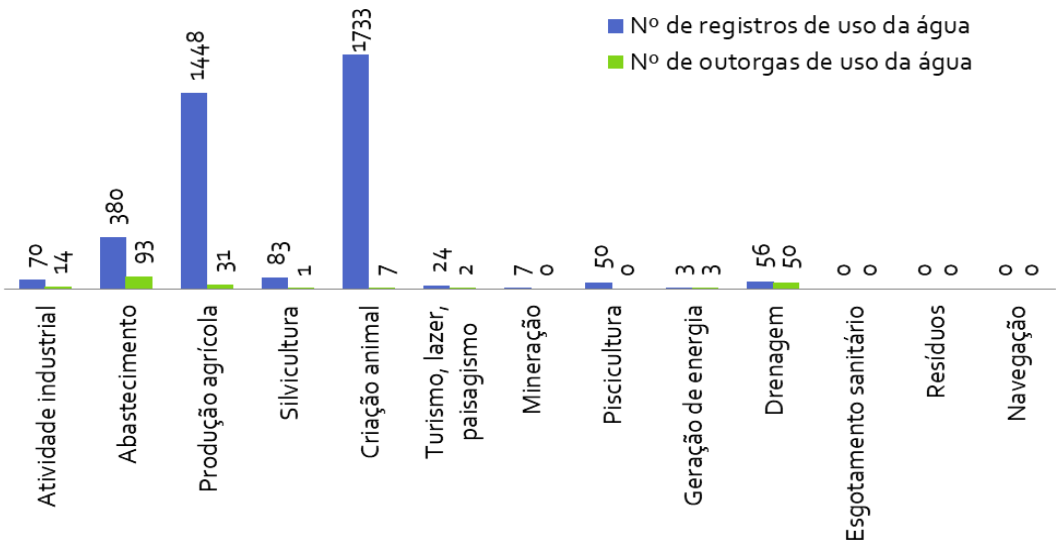


Gráfico 32: Quantitativo dos registros e das outorgas emitidas, conforme a finalidade de uso da água.

Em relação ao abastecimento, é possível também realizar uma comparação dos registros de outorga ao cadastro do SISAGUA, da vigilância sanitária. Os 14 municípios da bacia apresentam 419 registros de formas de abastecimento de água para consumo humano; destes, 58 estão identificados como localizados dentro dos limites da bacia, sendo fontes de abastecimento subterrânea ou superficial, através de SAA, SAC ou SAI. O SISAGUA também apresenta a relação dos registros que estão outorgados ou não para o uso da água, os quais apenas 4 foram identificados com a devida autorização para utilização da água para consumo humano (Gráfico 33).

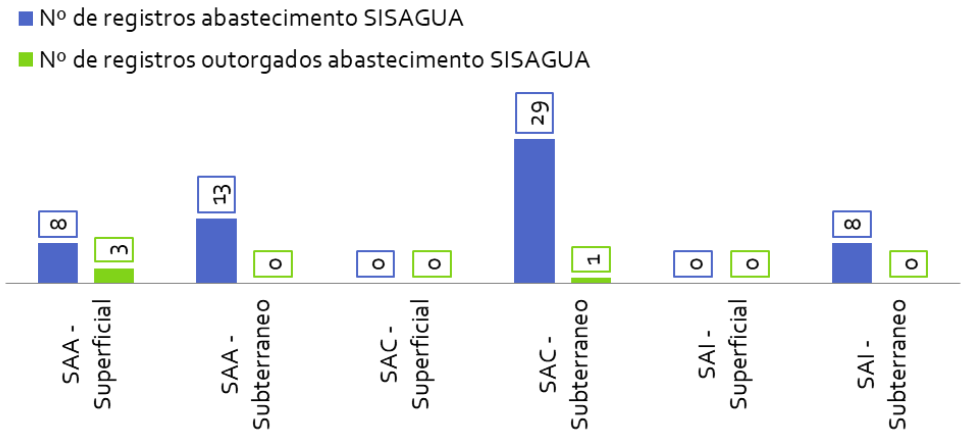


Gráfico 33: Quantitativo dos registros no SISAGUA do consumo humano, conforme fonte e forma de abastecimento.

A efetiva autorização do uso da água, por meio de sua outorga emitida, é relevante não só pela força da lei, mas principalmente pelo registro mais apurado e realista da efetiva demanda hídrica dos usos na região. Quando uma outorga é emitida, significa que ela passou por um processo de conferência do usuário e dos analistas do órgão gestor de recursos

hídricos, indicando que aquele registro é coerente com as características de sua finalidade e de disponibilidade hídrica local. A outorga é, portanto, um valioso instrumento a ser utilizado para a gestão dos recursos hídricos. Contudo, sabe-se das limitações que comprometem a utilização das informações existentes nos bancos de dados disponíveis, uma vez que não são todos os usuários os quais estão devidamente registrados e autorizados para o uso da água na região. Foi identificado que existe uma tendência de mais outorgas para as finalidades de abastecimento, produção agrícola e drenagem, principalmente por questões de politicas públicas e de controle.

Além do quantitativo em termos de usos regularizados, também é possível, identificar os volumes de reservação (em açudes e barragens), bem como as demandas hídricas de corpos de água superficial (nascentes, rios, lagos, lagoas) e águas subterrâneas (aquíferos). Apesar de totalizarem quase 20 vezes mais registros do que outorgas emitidas na bacia, como os registros de intensão de uso não passaram por uma análise técnica de avaliação das demandas hídricas, muitas vezes apresentam volumes e vazões superestimados, o que podem enviesar uma análise de demanda hídrica local. Os histogramas de frequência a seguir (Gráfico 34) apresentam que cerca de 5% dos registros indicam volumes e vazões muito acima da média dos demais cadastros, sendo então necessária a revisão pelos usuários desses valores.

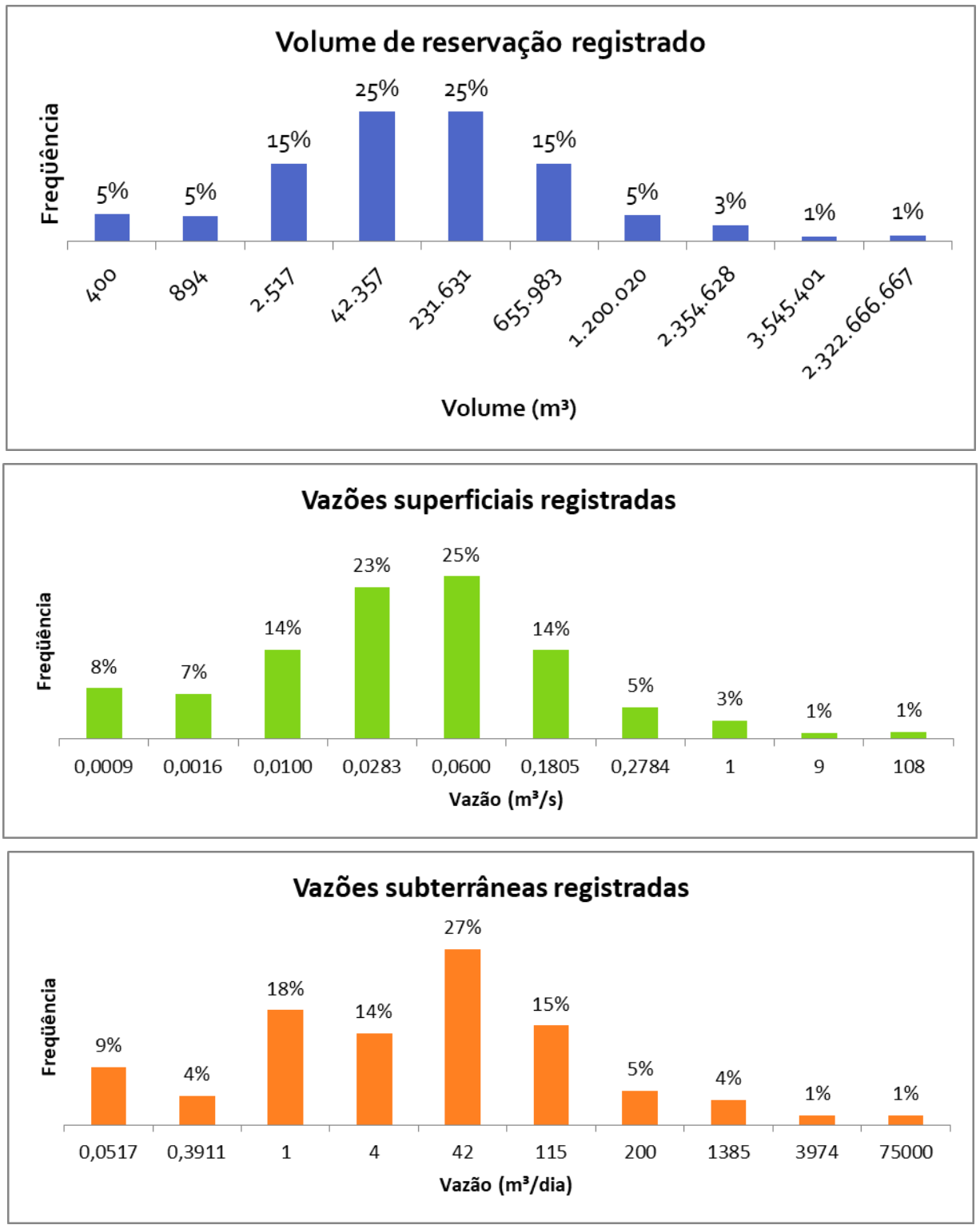


Gráfico 34: Histograma de frequência dos volumes de reservação e das vazões superficiais e subterrâneas registrados

O comparativo entre volumes reservados registrados e outorgados, conforme a

finalidade de uso da água, estão apresentados no Gráfico 35. Nota-se uma grande diferença entre os registros e outorgas emitidas para reservação de água para uso agrícola e criação animal. Parte dessa diferença ainda existe em função de políticas públicas de incentivo à regularização dos usuários de água, as quais concederam durante certos períodos de tempo a obrigatoriedade de apenas o cadastro da intensão do uso. Entretanto, cabe aos usuários a responsabilidade de regularizarem as suas outorgas para quaisquer intervenções em recursos hídricos.

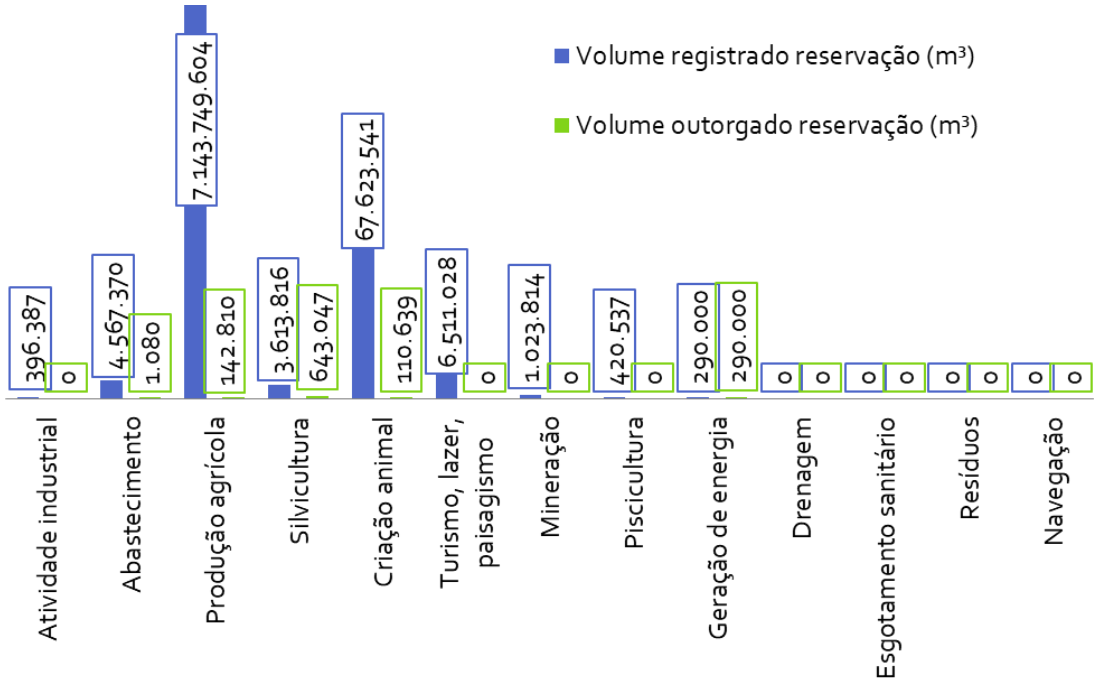


Gráfico 35: Volumes de reservação em açudes e barragens (em m³) nos registros e outorgas de uso da água, conforme a finalidade

No Quadro 96 estão destacados os volumes efetivamente outorgados para açudes e barragens, conforme a finalidade de uso da água, para cada UPG da bacia hidrográfica.

Quadro 96: Volume outorgado para reservação de água em açudes e barragens, conforme finalidade e UPG

	Volume outorgado para reservação (m³)						
Finalidade / UPG	**Alto Vacacaí**	**Médio Vacacaí**	**Baixo Vacacaí**	**São Sepé**	**Santa Bárbara**	**Vacacaí-Mirim**	**Total**
Atividade industrial	0	0	0	0	0	0	0
Abastecimento	0	0	0	1.080	0	0	1.080
Produção agrícola	0	0	0	43.967	0	98.843	142.810
Silvicultura	0	643.047	0	0	0	0	643.047
Criação animal	0	0	0	0	104.339	6.300	110.639
Turismo, lazer, paisagismo	0	0	0	0	0	0	0
Mineração	0	0	0	0	0	0	0
Piscicultura	0	0	0	0	0	0	0
Geração de energia	0	0	0	290.000	0	0	290.000

Finalidade / UPG	Volume outorgado para reservação (m³)						
	Alto Vacacaí	Médio Vacacaí	Baixo Vacacaí	São Sepé	Santa Bárbara	Vacacaí-Mirim	Total
Drenagem	0	0	0	0	0	0	0
Esgotamento sanitário	0	0	0	0	0	0	0
Resíduos	0	0	0	0	0	0	0
Navegação	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	643.047	0	335.047	104.339	105.143	1.187.576

O comparativo entre vazões superficiais registradas e outorgadas, conforme a finalidade de uso da água, estão apresentados no Gráfico 36. O destaque para o alto valor de vazões médias registradas para produção agrícola são resultado de cerca de 40 cadastros com finalidade de irrigação com registro de vazões excessivas, muito acima do usual para esta finalidade.

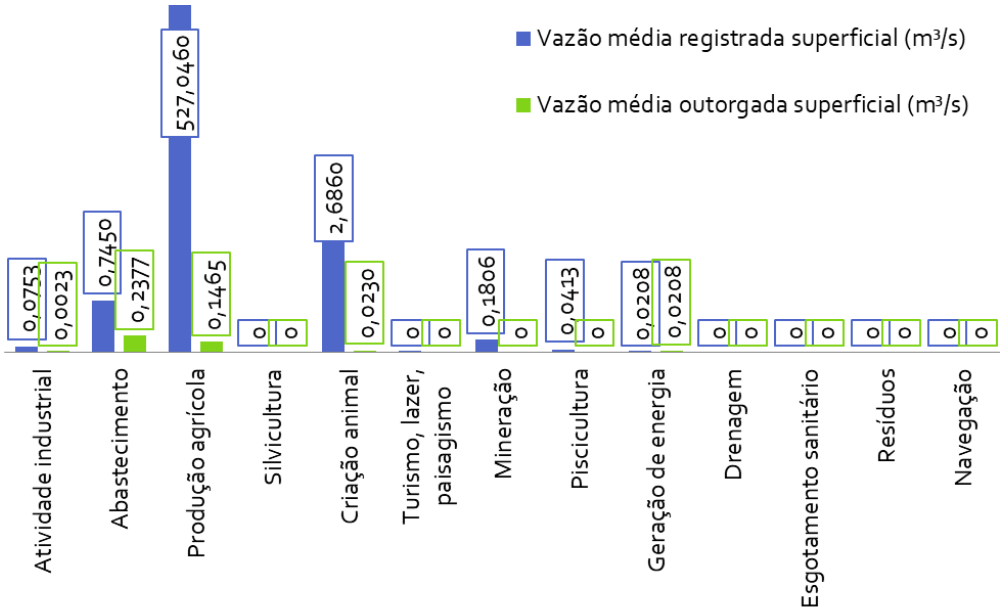


Gráfico 36: Vazão superficial (em m³/s) nos registros e outorgas de uso da água, conforme a finalidade

No Quadro 97 estão destacados as vazões médias superficiais efetivamente outorgadas, conforme a finalidade de uso da água, para cada UPG da bacia hidrográfica.

Quadro 97: Vazão superficial outorgada, conforme finalidade e UPG

Finalidade / UPG	Vazão média outorgada superficial (m³/s)						
	Alto Vacacaí	Médio Vacacaí	Baixo Vacacaí	São Sepé	Santa Bárbara	Vacacaí-Mirim	Total
Atividade industrial	0	0	0	0	0,0023	0	0,0023
Abastecimento	0,1417	0	0	0,0550	0,0010	0,0400	0,2377
Produção agrícola	0	0	0	0,0810	0	0,0655	0,1465

Finalidade / UPG	Vazão média outorgada superficial (m³/s)						
	Alto Vacacaí	Médio Vacacaí	Baixo Vacacaí	São Sepé	Santa Bárbara	Vacacaí-Mirim	Total
Silvicultura	0	0	0	0	0	0	0
Criação animal	0	0	0	0	0,0230	0	0,0230
Turismo, lazer, paisagismo	0	0	0	0	0	0	0
Mineração	0	0	0	0	0	0	0
Piscicultura	0	0	0	0	0	0	0
Geração de energia	0	0	0	0,0208	0	0	0,0208
Drenagem	0	0	0	0	0	0	0
Esgotamento sanitário	0	0	0	0	0	0	0
Resíduos	0	0	0	0	0	0	0
Navegação	0	0	0	0	0	0	0
Outro	0	0	0	0	0	0	0
Total	0,1417	0	0	0,1568	0,0263	0,1055	0,4303

O comparativo entre vazões subterrâneas registradas e outorgadas, conforme a finalidade de uso da água, estão apresentados no Gráfico 37. O destaque para o alto valor de vazões médias registradas para turismo, lazer e paisagismo é resultado de um cadastro com registro de vazão excessiva, muito acima do usual para esta finalidade. O mesmo ocorre para a finalidade de abastecimento, onde 9 cadastros possuem registro de vazão excessiva.

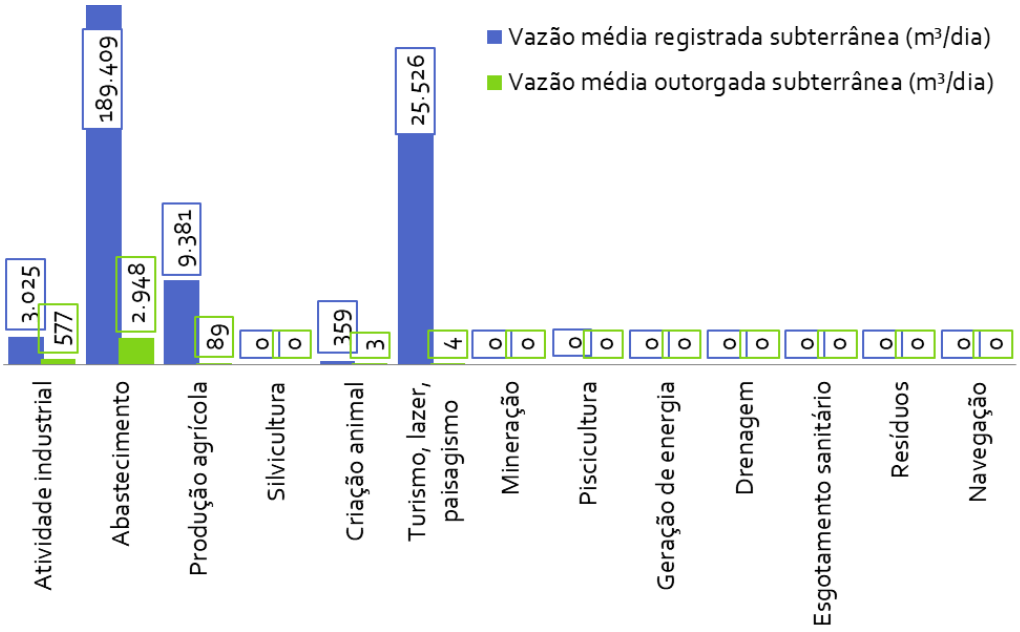


Gráfico 37: Vazão subterrânea (em m³/dia) nos registros e outorgas de uso da água, conforme a finalidade

No Quadro 98 estão destacadas as vazões médias subterrâneas efetivamente outorgadas, conforme a finalidade de uso da água, para cada UPG da bacia hidrográfica.

Quadro 98: Vazão subterrânea outorgada, conforme finalidade e UPG

Finalidade / UPG	Vazão média outorgada subterrânea (m³/dia)						
	Alto Vacacaí	Médio Vacacaí	Baixo Vacacaí	São Sepé	Santa Bárbara	Vacacaí-Mirim	Total
Atividade industrial	156	325	0	0	0	96	577
Abastecimento	335	765	1	128	33	1687	2948
Produção agrícola	20	60	1	0	0	8	89
Silvicultura	0	0	0	0	0	0	0
Criação animal	0	3	0	0	0	0	3
Turismo, lazer, paisagismo	0	0	0	0	0	4	4
Mineração	0	0	0	0	0	0	0
Piscicultura	0	0	0	0	0	0	0
Geração de energia	0	0	0	0	0	0	0
Drenagem	0	0	0	0	0	0	0
Esgotamento sanitário	0	0	0	0	0	0	0
Resíduos	0	0	0	0	0	0	0
Navegação	0	0	0	0	0	0	0
Total	511	1152	2	128	33	1795	3620

> Fontes hídricas

Em relação às fontes hídricas cadastradas nos registros de intensão de uso da água, 17% dos cadastros são para fontes hídricas subterrâneas e 83% para fontes hídricas superficiais. Entretanto, em relação às vazões outorgadas, 91% da vazão autorizada a ser utilizada corresponde a fontes hídricas superficiais, enquanto apenas 9% são de vazões de fontes subterrâneas.

As fontes hídricas superficiais são compostas por reservatórios (barragens ou açudes), canais, lagos ou lagoas, nascentes e rios perenes ou intermitentes. Ainda existe um percentual de usos em fontes hídricas superficiais, mas que não possui nenhum tipo de captação, como é o caso do desassoreamento de cursos hídricos, dessedentarão animal direta e harmonia paisagística. A distribuição dos 3.384 registros de intensão de uso para fontes hídricas superficiais está apresentado no Gráfico 38.

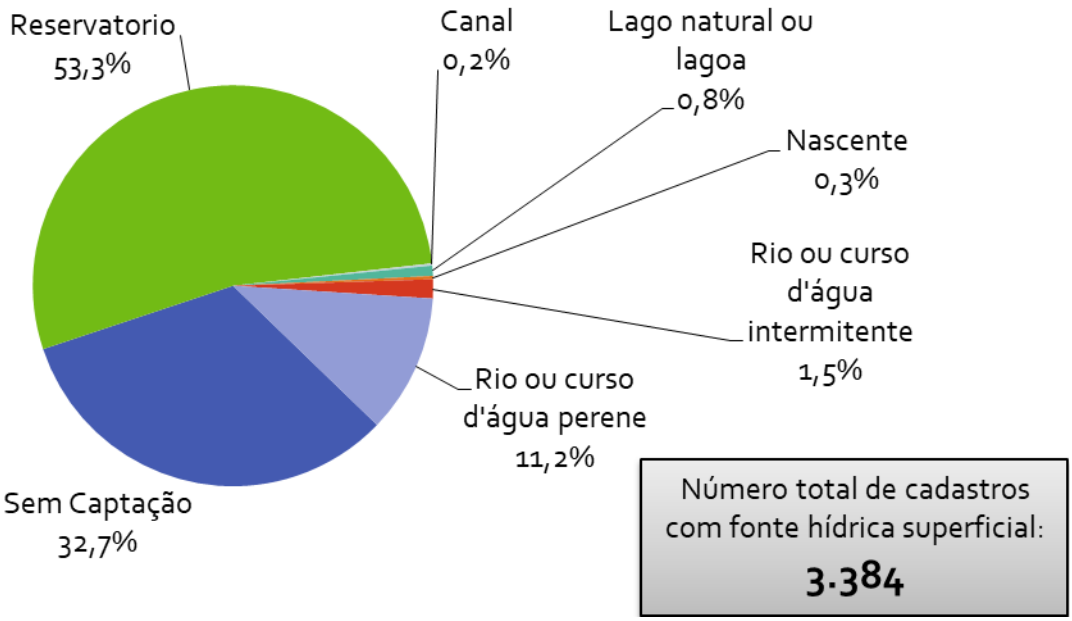


Gráfico 38: Composição da fonte hídrica superficial dos registros de uso da água

Os 27 registros de intensão que evoluíram para uma emissão de outorga para utilização de água superficial totalizam 0,43 m³/s. Cerca de 35% desse uso é realizado em reservatórios, enquanto que quase 65% está autorizado para utilização da água de rios perenes (Gráfico 39). Ainda existem 50 outorgas emitidas para desassoreamento de cursos hídricos e 1 para harmonia paisagística, as quais não possuem vazões de captação associadas.

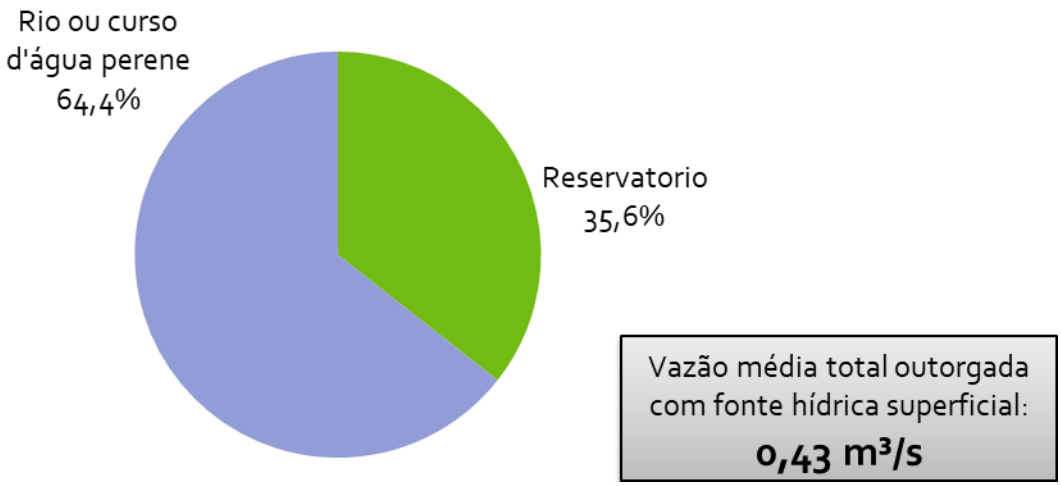


Gráfico 39: Composição do total de vazão média outorgada para fontes hídricas superficiais

As fontes hídricas subterrâneas são compostas pelos aquíferos existentes na região. A distribuição dos 470 registros de intensão de uso para fontes hídricas subterrânea está apresentada no Gráfico 40.

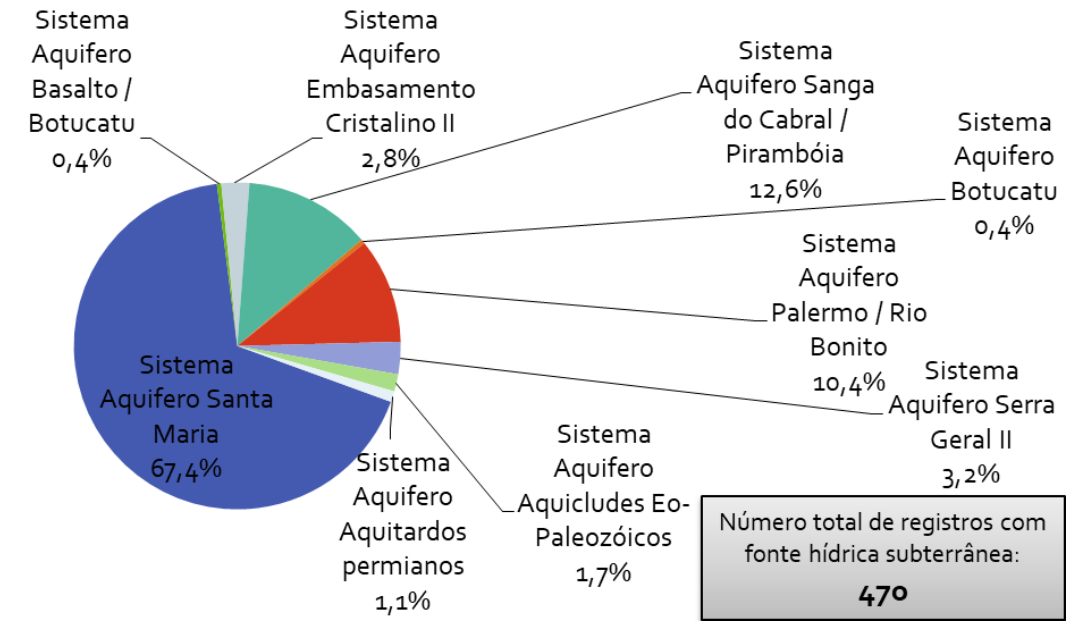


Gráfico 40: Composição da fonte hídrica subterrânea dos registros de uso da água

Os 123 registros de intensão que evoluíram para uma emissão de outorga de autorização para utilização da água subterrêna totalizam 3.620 m³/dia (0,042 m³/s). Cerca de 38% desse uso é realizado em no sistema aquífero Santa Maria, enquanto o restante é distribuído nos demais aquíferos, conforme o Gráfico 41.

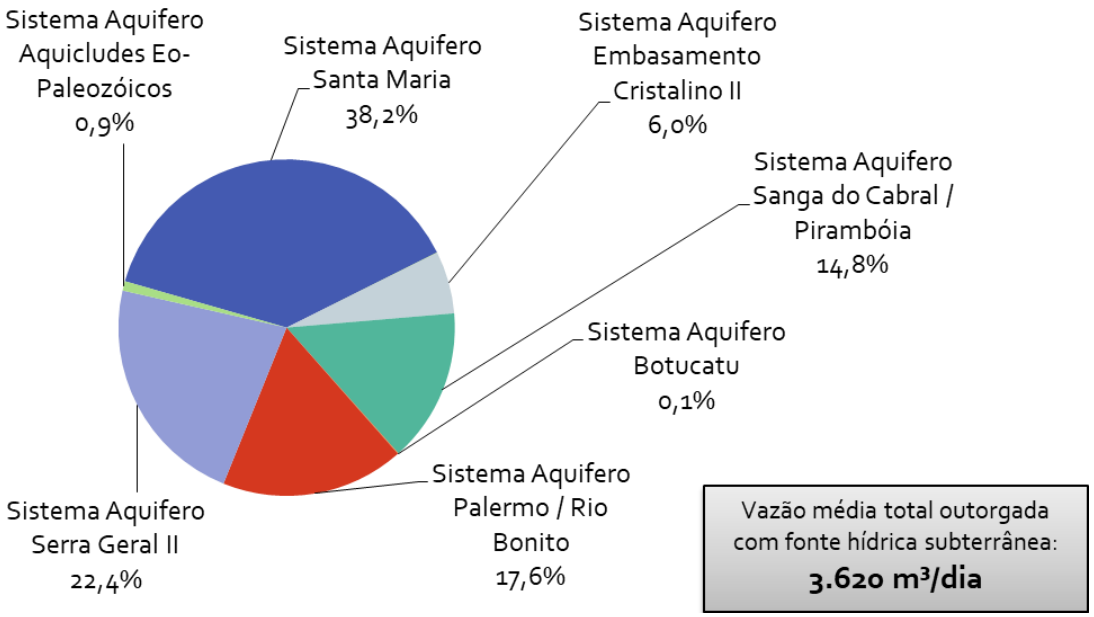
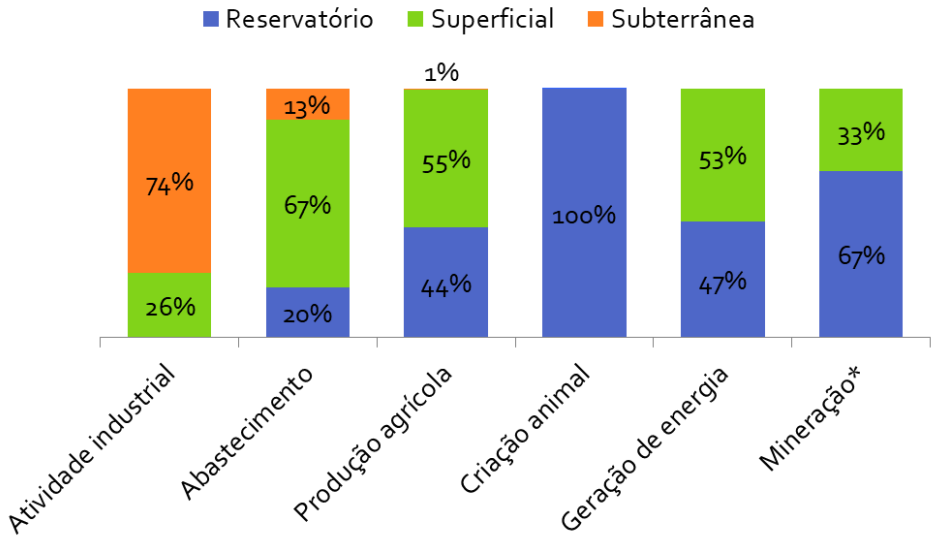


Gráfico 41: Composição do total de vazão média outorgada para fontes hídricas subterrâneas

Com a compilação dos registros das vazões outorgadas para as diferentes finalidades

de uso da água na bacia, é possível gerar a relação, por finalidade, da composição da fonte hídrica desses usos. Essa relação é relevante para a melhor estimativa do balanço hídrico superficial na bacia hidrográfica, apresentado no Capítulo 6. Conforme o Gráfico 42, 74% das outorgas de água emitidas para uso industrial são para fonte hídrica subterrânea, e 26%, superficial. Para a finalidade de abastecimento, 13% é de fonte hídrica subterrânea, 67%, superficial, e 20% em reservatórios. A produção agrícola apresenta apenas 1% das outorgas para água subterrânea, 55%, superficial, e 44% para reservatórios. A totalidade das outorgas de uso da água para criação animal tem como fonte hídrica reservatórios. A geração de energia (representada por apenas um empreendimento outorgado para finalidade em termoelétrica) é dividida entre outorga para captação em reservatório (47%) e superficial (53%). Como para a finalidade de mineração não existem outorgas emitidas, a relação aqui apresentada foi extraída dos registros de intensão de uso, representando 67% para uso da água em reservatórios, e 33% em água superficial.



**Para a finalidade de mineração, foram utilizados os dados conforme os registros de intensão de uso da água, uma vez que não existem outorgas emitidas para essa finalidade na bacia hidrográfica.*

Gráfico 42: Proporção da fonte hídrica por finalidade de uso da água, conforme outorgas emitidas

5.1.2 Fontes poluidoras regularizadas

Para as fontes poluidoras regularizadas da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim foram consideradas as intervenções cadastradas junto ao órgão de controle ambiental do Estado do Rio Grande do Sul, a saber:

Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM): O licenciamento ambiental do RS é efetivado pela FEPAM, órgão vinculado à SEMA-RS. Diferentemente das outorgas de uso da água, o licenciamento de impacto local pode ter sua responsabilidade repassada aos municípios. Devido à dificuldade em se obter dados dos licenciamentos municipais e pela consideração de que atividades de impacto local não serão consideradas nas ponderações do enquadramento, apenas foram levantados os empreendimentos licenciados a nível Estadual. Também foi obtida, junto à FEPAM, a localização de empreendimentos que utilizam

agrotóxicos, com o respectivo tipo de agrotóxico e área de aplicação, e as fontes pontuais de lançamentos monitoradas pelo órgão através do Sistema de Automonitoramento de Efluentes Líquidos Industriais (SISAUTO). Foi considerado o banco de dados da FEPAM até agosto de 2020.

> Empreendimentos em operação licenciados

Do total de 604 empreendimentos registrados na FEPAM e localizados na bacia hidrográfica, 420 possuem licença de operação e podem, portanto, ser considerados como atividades em funcionamento Figura 69. Conforme o Quadro 99, mais de 60% dos empreendimentos localizam-se nas UPGs Alto Vacacaí e Médio Vacacaí. Destaque pode ser dado aos empreendimentos relacionado à resíduos (como aterros sanitários, locais de armazenagem de agrotóxicos ou postos de gasolina), silvicultura e produção agrícola (arroz irrigado).

Quadro 99: Empreendimentos com licença de operação vigente

Uso / UPG	Nº de empreendimentos em operação por UPG						
	Alto Vacacaí	Médio Vacacaí	Baixo Vacacaí	São Sepé	Santa Bárbara	Vacacaí-Mirim	Total
Atividade industrial	10	19	0	1	4	7	41
Abastecimento	1	1	0	0	0	2	4
Produção agrícola	20	30	7	3	9	11	80
Silvicultura	35	13	3	25	12	0	88
Criação animal	2	0	0	2	1	2	7
Turismo, lazer, paisagismo	0	1	0	0	0	0	1
Mineração	5	21	6	0	1	3	36
Piscicultura	0	0	0	0	0	0	0
Geração de energia	1	2	0	1	0	1	5
Drenagem	0	0	0	0	0	0	0
Esgotamento sanitário	2	1	0	0	0	1	4
Resíduos	29	61	4	11	6	31	142
Navegação	0	0	1	0	0	0	1
Outro	1	7	0	1	0	2	11
Total	106	156	21	44	33	60	420

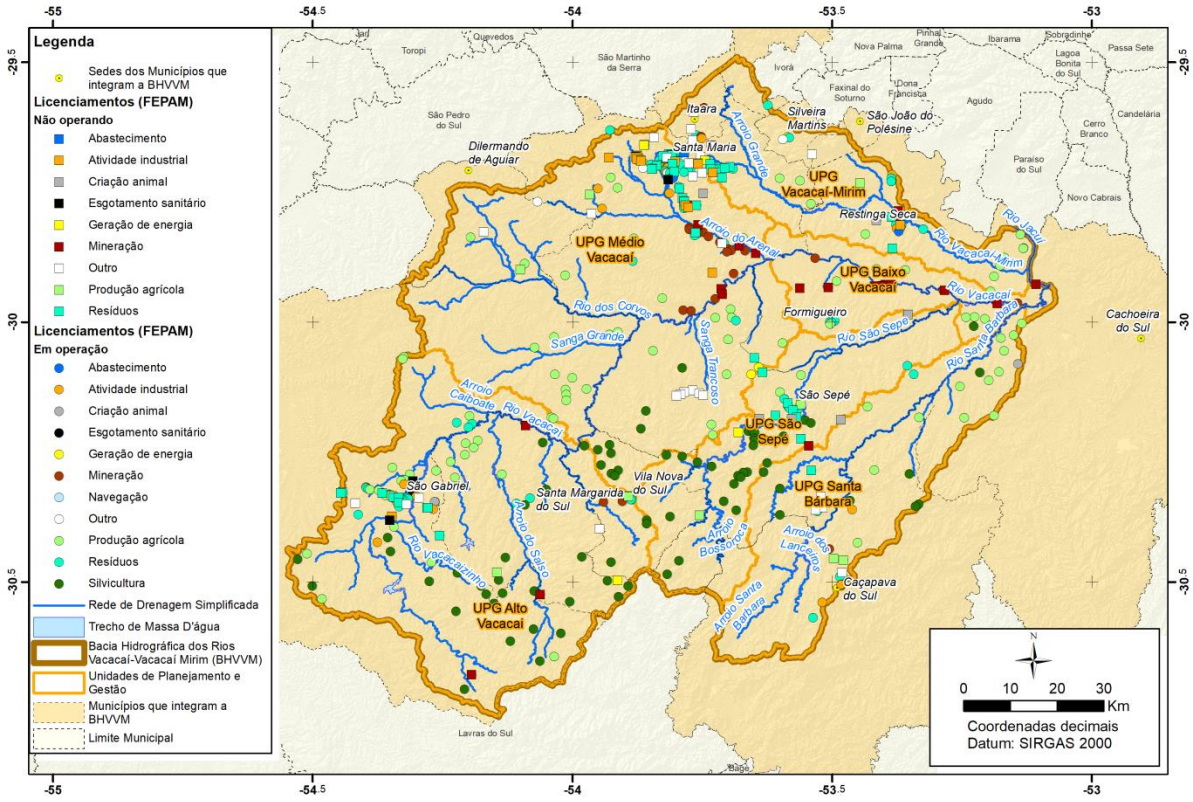


Figura 69: Localização dos empreendimentos licenciados pela FEPAM

> Lançamentos de efluentes licenciados

Ainda que não esteja instituída a outorga de lançamento, é de responsabilidade dos órgãos ambientais o registro e autorização para lançamentos de efluentes. Na bacia hidrográfica, estão registrados no SISAUTO 17 lançamentos de efluentes, sendo 14 industriais e 3 sanitários (Figura 70). Entre estes lançamentos, 2 são de infiltração no solo. Sendo assim, na região existem 15 lançamentos nos corpos hídricos (13 diretos e 2 pela rede pública), cujas características de vazões e parâmetros máximos autorizados estão no Quadro 100 a seguir.

Quadro 100: Características dos lançamentos de efluentes registrados na bacia hidrográfica, conforme valores máximos licenciados

UPG	Uso relacionado	Lat.	Long.	Vazão max (m³/s)	pH	OeG (mg /L)	SST (mg /L)	DBO (mg /L)	DQO (mg /L)	Ftotal (mg /L)	NTK (mg/L)	NH_3 (mg/L)	CT (NMP/100mL)
Alto Vacacaí	Atividade industrial	-29.77		0.00255	6 a 9	30	125	110	330	3	20	-	10^4
	Atividade industrial	-29.68	-53.87	0.00003	6 a 9	-	140	120	330	4	-	20	10^4
	Esgotamento sanitário	-30.38	-54.35	0.00132	6 a 9	30	100	100	300	4	-	20	10^5
Médio Vacacaí	Atividade industrial	-29.78	-53.78	0.01157	6 a 9	30	70	70	200	2	-	20	10^4
	Atividade industrial	-29.69	-53.74	0.00006	6 a 9	10	140	120	330	4	-	20	10^5
	Atividade industrial	-30.34	-54.30	0.00089	6 a 9	30	155	150	360	4	20	20	10^5
	Atividade industrial	-29.69	-53.87	0.00787	6 a 9	30	100	80	300	3	-	20	10^5
	Atividade industrial	-29.75	-53.81	0.00046	6 a 9	30	140	120	330	4	-	20	10^5
	Esgotamento sanitário	-29.73	-53.82	0.26000	6 a 9	30	50	40	150	1	-	10	10^3
	Esgotamento sanitário	-30.33	-54.31	0.01700	6 a 9	30	70	70	200	-	-	20	10^5
Santa Bárbara	Atividade industrial	-30.44	-53.41	0.00013	6 a 9	30	180	180	400	4	20	-	10^5
	Atividade industrial	-29,70	-53,83	0,00002	6 a 9	-	140	120	330	4	-	20	10^4
Vacacaí-Mirim	Atividade industrial	-30.42	-54.37	0.00185	6 a 9	30	125	110	330	3	20	20	10^4
	Atividade industrial	-30.37	-54.35	0.03704	6 a 9	30	70	60	200	2	-	20	10^4
	Atividade industrial	-29.68	-53.87	0.00012	6 a 9	-	180	120	400	4	-	20	10^5

Legenda: OeG = óleos e graxas animais e vegetais; SST = sólidos suspensos totais; DBO = demanda bioquímica de oxigênio; DQO = demanda química de oxigênio; Ftotal = fósforo total; NTK = nitrogênio total kjeldahl; NH_3 = nitrogênio amoniacal; CT = coliformes termotolerantes.

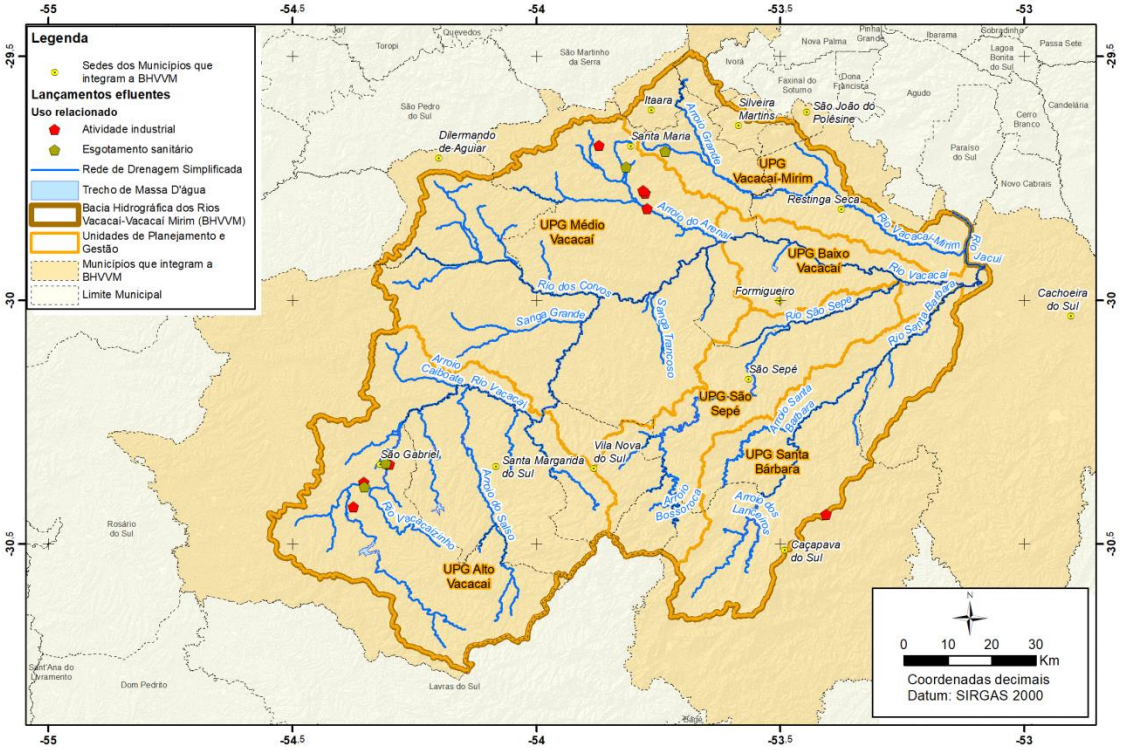


Figura 70: Localização dos lançamentos licenciados pela FEPAM

> Registros de utilização de agrotóxicos

Uma informação muito relevante obtida neste levantamento foram os registros de pontos de aplicação de agrotóxicos dos empreendimentos licenciados pela FEPAM, uma vez que o tema é uma das grandes preocupações locais. A Figura 71 apresenta o resultado do mapeamento de áreas de aplicação de agrotóxicos.

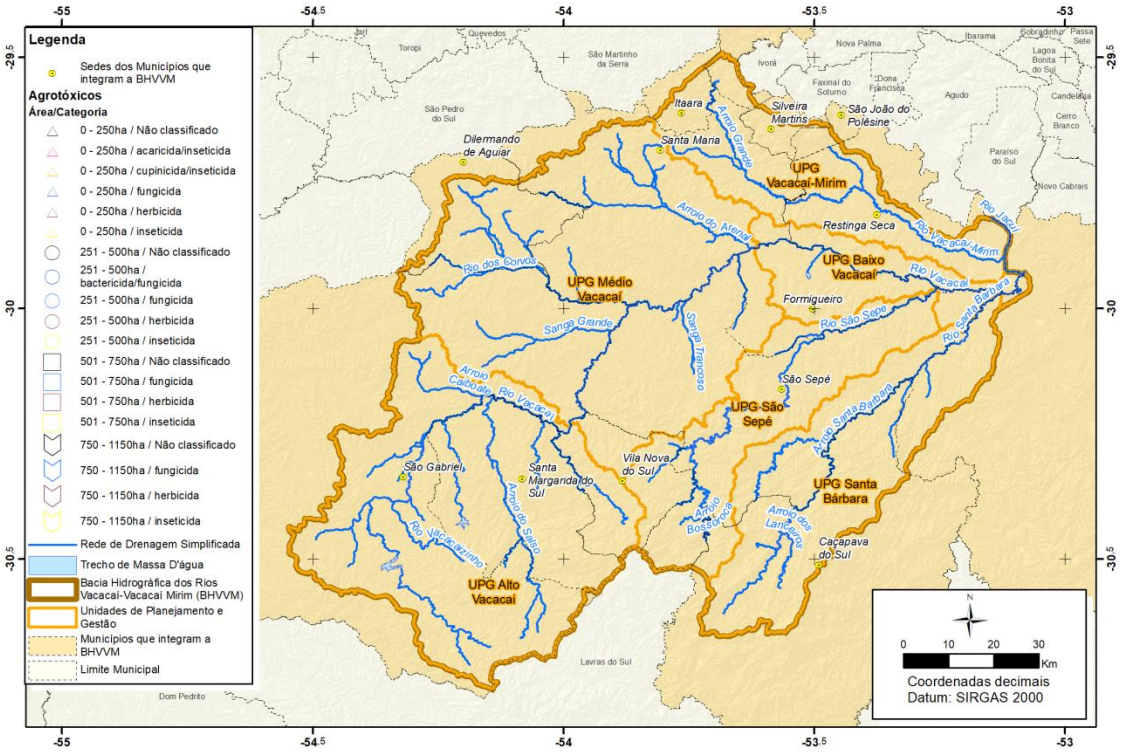


Figura 71: Áreas com aplicação de agrotóxicos

É possível identificar a região de maior densidade dos registros de aplicação de agrotóxicos entre os rios Vacacaí e São Sepé, na UPG Baixo Vacacaí. Considerando a categoria dos agrotóxicos, mais de 70% dos registros são de herbicidas (72%), seguido pelos inseticidas (10%), fungicidas (4%) e acaricidas (1%); cerca de 10% dos agrotóxicos aplicados na região não tiveram sua categoria identificada (Quadro 101).

Quadro 101: Classe dos agrotóxicos aplicados na BHVVM

Categoria	Número de registros
Inseticida	292
Herbicida	2139
Cupinicida/inseticida	2
Fungicida	127
Acaricida/inseticida	36
Bactericida/fungicida	1
Não classificado	365
Total	2962

Quanto à toxicidade dos agrotóxicos aplicados, cerca de 48% são identificados como Improvável de Causar Dano Agudo, 32% como pouco tóxico, quase 2% como

moderadamente tóxico e apenas 0,1% como altamente tóxico; o restante não possui classificação (Quadro 102 e Figura 72 a seguir).

Quadro 102: Toxicidade dos agrotóxicos

Toxicidade	Número de registros
Altamente tóxico	2
Pouco tóxico	967
Moderadamente Tóxico	49
Improvável de Causar Dano Agudo	1436
Não classificado	507

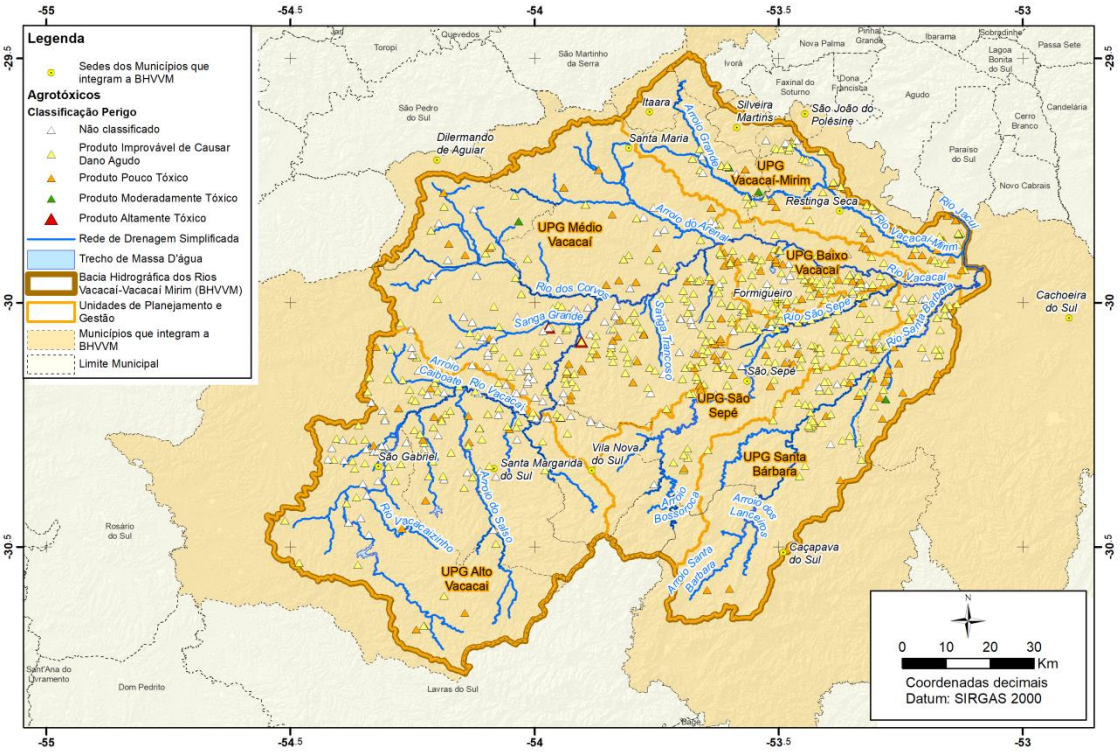


Figura 72: Toxicidade dos agrotóxicos aplicados na região

5.2 Usos não consuntivos

Os usos não consuntivos existentes na bacia são resultado da compilação dos levantamentos das prefeituras e secretarias de turismo da região, informações obtidas com o Comitê Vacacaí-Vacacaí Mirim e cadastros regularizados junto aos órgãos gestores. Os usos identificados nessa tipologia na bacia são pesca, aquicultura, piscicultura, turismo, lazer, paisagismo e balneários, e estão mapeados na Figura 73 e apresentados no Quadro 103.

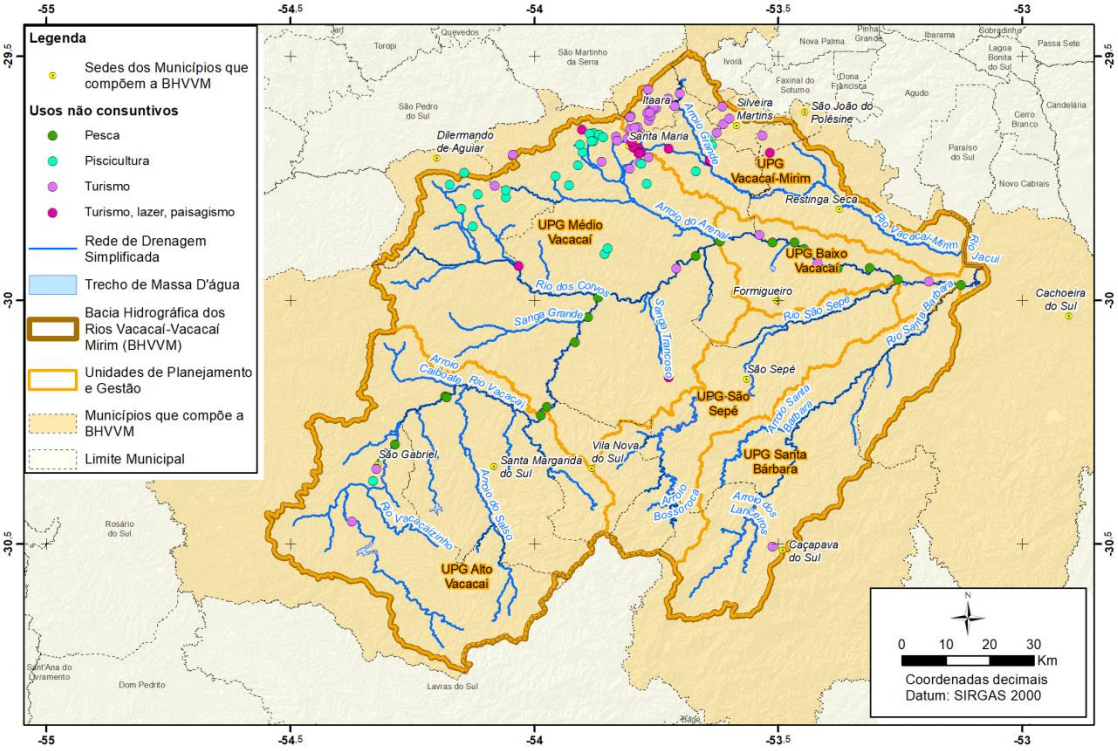


Figura 73: Usos não consuntivos identificados na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Vacacaí Mirim.

Quadro 103: Usos não consuntivos identificados na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Vacacaí Mirim.

UPG	Usos não consuntivos identificados
Alto Vacacaí	> Quatro pontos de pesca identificados: Do Taschetto; Espinilho; Passo do Rocha e Lagõas dos Dourados. > Trilha Sanga da Bica. > Balneário Pedroso. > Um cadastro de particular para piscicultura.
Baixo Vacacaí	> Oito pontos de pesca identificados: Largão; Paredão; Foz do Rio São Sepé e outros 5 locais sem nome definido. > Três balneários identificados: Passo da Barca; Praia da Tuna e Praia do Gil.
Médio Vacacaí	> Seis pontos de pesca identificados: Lagõas das Pedras; Foz do Arroio Arenal; Do Guerra; Foz do Arroio dos Lourenços; Passo do Camisão e um ponto sem nome definido. > Dez balneários identificados: AMSS; Acqua Summer; Timbaúva; Passo do Verde; Clube Recreativo Dores; Clube Atirador Esportivo; Clube do Subtenente e Sargento; Clube Círculo Militar; AFM - Associação do Servidor da UFSM - Sede Campestre; e a Sociedade de Medicina de Santa Maria. > Vinte e nove cadastros de particulares, sendo 22 para piscicultura e 7 para Turismo/lazer/paisagismo.
Santa Bárbara	> Um ponto de pesca identificados: Santa Bárbara.

UPG	Usos não consuntivos identificados
	> Um balneário identificado: Cachoeira na Chácara do Forte; Grêmio Esportivo Banrisul.
Vacacaí-Mirim	> Vinte e quatro balneários identificados: Acampamento Batista Gaúcho; Lermen; APCEF - Jardim da Serra; Pinhal; Novo Pinhal; SOCEPE; Parque Serrano; Cascata da Usina; Cascata Três Quedas; Lima; Schneider; Clube do Professor Gaúcho; ASENA - Associação Santamariense de Esportes Naúticos; Sítio da Palmeira; Ouro Verde; Zimmermann; Baggio; Venturini; Ágape; Recanto; Cascata do Mezzomo; Quinta Dom Inácio; Brasília e o AANP. > Quatorze cadastros de particulares, sendo 3 para piscicultura e 7 para Turismo/lazer/paisagismo e 4 de turismo.

O Decreto Estadual nº 52.701, de 11 de novembro de 2015, instituiu o Programa Estadual de Estímulo à Limpeza e Desassoreamento dos corpos hídricos superficiais de dominialidade do Estado do Rio Grande do Sul, com o objetivo de reduzir os danos causados por cheias e enchentes. A partir deste decreto, o cadastro do projeto de desassoreamento no SIOUT RS passou resultar em certidão de licenciamento ambiental e dispensa de outorga, sendo este o documento que atesta a regularidade ambiental da atividade. Foram localizados na bacia 50 registros (Figura 74) de desassoreamento em corpos hídricos, na qual encontraram-se nas UPG: Alto Vacacaí, Baixo Vacacaí, Médio Vacacaí, São Sepé e Vacacaí-Mirim.

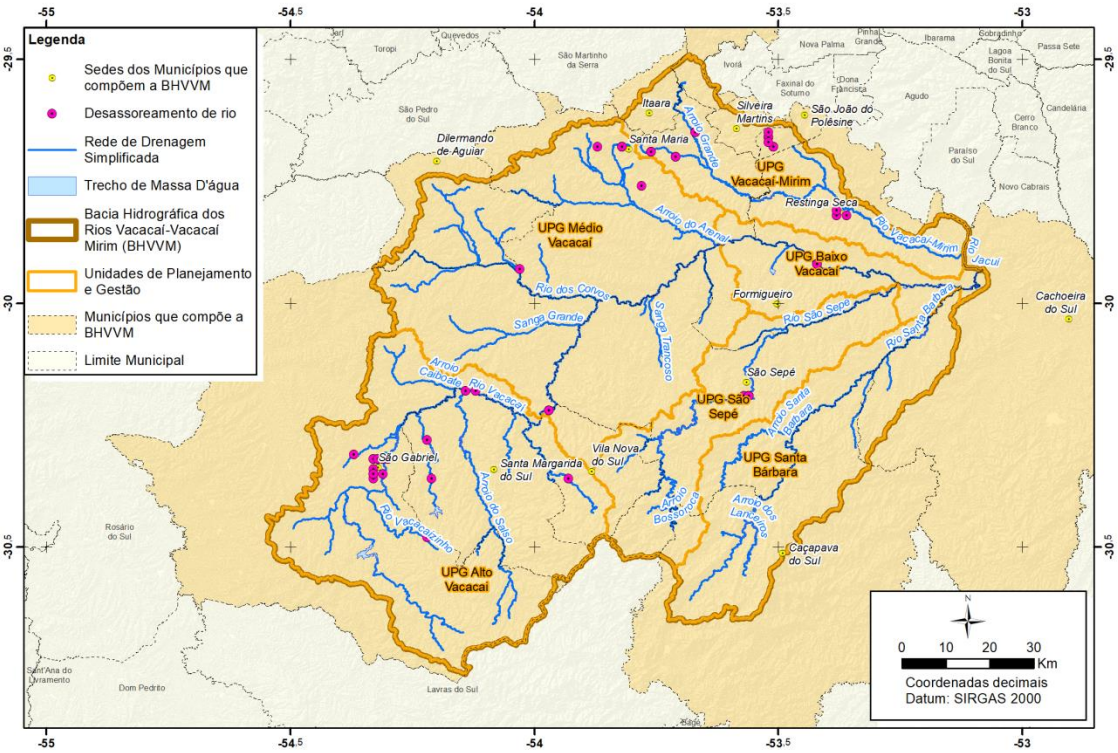


Figura 74: Registro de desassoreamento na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Vacacaí Mirim.

5.3 Usos consuntivos

O inventário de cadastros e outorgas de uso da água é útil para diversas aplicações, mas também não garante precisão quanto aos volumes efetivamente utilizados. Adicionalmente, o estado do Rio Grande do Sul está em estágios de implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos, com diferentes níveis de cobertura e consistência das outorgas frente ao universo de usuários.

Uma vez que nem todos os usos na região estão devidamente cadastrados, é necessário fazer uma estimativa de demandas e retiradas de água dos cursos hídricos com base em dados secundários (imagens de satélite, uso do solo, *websites*, referências bibliográficas, etc.). As estimativas se concentram em duas informações principais: definição dos coeficientes de demanda e espacialização da retirada. Para cada uso foi elaborada uma rotina específica para a definição dessas duas informações.

As retiradas são as vazões de água demandadas mas que são efetivamente captadas em algum corpo hídrico superficial. As vazões efetivamente consumidas são relacionadas à demanda em si, mas também ao fator de retorno das águas após a retirada em função dos padrões de consumo de cada finalidade. Estas relações entre a retirada e o consumo são proporcionais aos coeficientes de retorno para cada tipo de uso, elencados no Quadro 93.

Ao final, tem-se as demandas estimadas e aquelas outorgadas, para cada finalidade e um conjunto de pontos que associa o tipo de uso, a quantidade retirada de água, o período de consumo e a coordenada. Com isso, é possível se construir uma relação entre estimativas e outorgas, de forma a integrar todas informações.

Para cada tipologia a seguir, são apresentadas as demandas totais, retiradas especializadas e o consumo hídrico efetivo:

- ✓ Uso da água para abastecimento
- ✓ Uso da água para produção agrícola
- ✓ Uso da água para criação animal
- ✓ Uso da água para industria
- ✓ Uso da água para atividade de mineração

5.3.1 Uso para abastecimento de água

Para realizar as estimativas da **demanda para abastecimento** de água na Bacia foi utilizada a população dos municípios, apresentada no item 2.11, o índice de perdas na distribuição, apresentado no item 2.13.1 e o uso *per capita* urbano e rural de cada município, fornecido pelo SNIS. Utilizando a metodologia desenvolvida pela ANA descrita no Manual de Usos Consuntivos de Água no Brasil[201], foram consistidos os usos *per capita* para cada município e também o índice de perdas, considerando, desta forma, um adicional de captação necessária para suprir perdas no sistema de abastecimento urbano. Finalmente, utilizando a população urbana e rural, obteve-se a demanda total de

[201] Manual de Usos Consuntivos de Água no Brasil (ANA, 2019)

cada município. No Quadro 104 são apresentadas as demandas urbana, rural e total de cada município, além dos usos *per capita* e as perdas consistidas.

A demanda total dos municípios da bacia hidrográfica para atender o consumo humano é de 1,53 m³/s de água. No Gráfico 43 observa-se que os municípios mais populosos são aqueles que necessitam de maiores demandas de água para o consumo humano, com destaque para Santa Maria que corresponde a 59% de toda a demanda dos municípios, seguida por Cachoeira do Sul (15%) e São Gabriel (10%). Os demais municípios, juntos, representam apenas 16% das demandas.

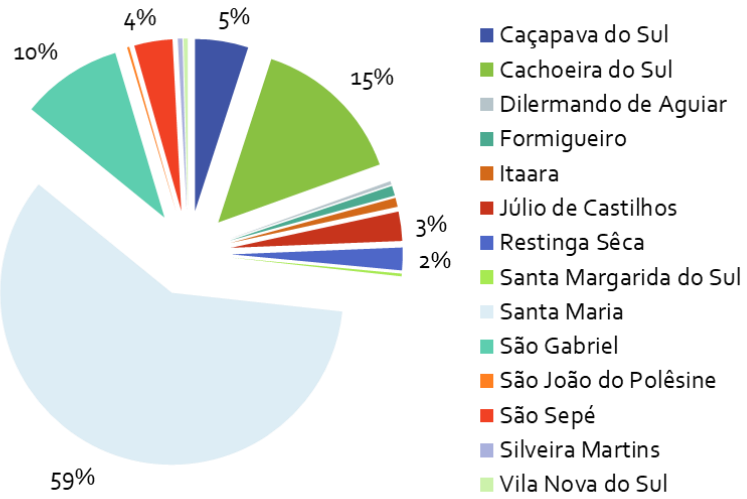


Gráfico 43: Demanda para consumo humano nos municípios da Bacia

Comparando-se as demandas urbanas e rurais dos municípios, fica evidente a maior necessidade de água para consumo urbano (1,43 m³/s) em comparação ao consumo rural (0,10 m³/s) conforme aponta o Gráfico 44.

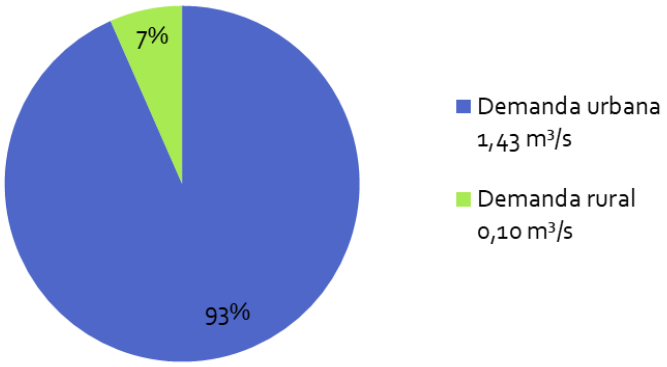


Gráfico 44: Demanda urbana e rural para consumo humano nos municípios da Bacia

Quadro 104: Usos per capita, perdas e demandas urbana, rural e total nos municípios da Bacia

Município	Uso $_{per\ capita}$ urbano (l/ha.dia)	Perda média consistida	Demanda urbana (m³/s)	Uso $_{per\ capita}$ rural (l/hab.dia)	Demanda rural (m³/s)	Demanda total (m³/s)
Caçapava do Sul	137,10	37,7%	0,065	125	0,012	0,077
Cachoeira do Sul	151,34	39,7%	0,204	125	0,017	0,221
Dilermando de Aguiar	107,10	31,4%	0,002	125	0,003	0,005
Formigueiro	172,94	36,7%	0,008	125	0,006	0,014
Itaara	141,80	36,6%	0,011	125	0,002	0,013
Júlio de Castilhos	137,56	31,7%	0,037	125	0,005	0,042
Restinga Sêca	144,94	33,7%	0,023	125	0,010	0,033
Santa Margarida do Sul	123,99	10,0%	0,001	125	0,003	0,004
Santa Maria	136,89	51,8%	0,882	125	0,020	0,902
São Gabriel	145,77	31,0%	0,135	125	0,010	0,145
São João do Polêsine	70,00	21,4%	0,001	125	0,002	0,003
São Sepé	133,02	39,7%	0,048	125	0,007	0,055
Silveira Martins	186,42	50,6%	0,005	125	0,002	0,007
Vila Nova do Sul	106,26	10,6%	0,003	125	0,003	0,006
MÉDIA/TOTAL	**135,37**	**33,0%**	**1,43**	**125**	**0,10**	**1,53**

Os Sistemas de Abastecimento de Água municipais podem ser atendidos por águas subterrâneas (poços) ou por águas superficiais (captações diretas em corpos hídricos). Como o balanço hídrico da bacia considera apenas os corpos hídricos superficiais, as **retiradas para abastecimento público** também se referem apenas àquelas ligadas às águas superficiais, e, sobretudo, com captação dentro da bacia (ou que realizam transposição de água para dentro dela). Assim, dentre os municípios que preenchem os requisitos de captação superficial e dentro da bacia, ou transposição, estão: Formigueiro, Itaara, Restinga Sêca, Santa Maria, São Gabriel, São Sepé, Silveira Martins e Vila Nova do Sul, ou seja, oito dos quatorze municípios que integram a bacia.

A partir da seleção destes municípios e com a utilização dos dados do item Demanda, do item Abastecimento humano e do item Demografia foi possível estimar a demanda superficial de cada município levando em consideração algumas ponderações, quais sejam:

- **Formigueiro:** o município é abastecido pela Barragem Arroio Matias;
- **Itaara:** o município é abastecido pela Barragem Lago da SOCEPE e por dois poços. Optou-se por considerar que todo o município é abastecido apenas pela barragem como medida preventiva para o cálculo do balanço hídrico;
- **Restinga Sêca:** o município é abastecido pela Barragem Sanga Santa Gertrudes, sendo a localidade de Bom Retiro abastecida por poço. Optou-se por considerar que todo o município é abastecido pela barragem, já que não há possibilidade de quantificar o número de habitantes que pertencem à localidade;
- **Santa Maria:** o município é abastecido pela Barragem do DNOS, pelas Barragens Rodolfo Costa e Silva e Saturnino de Brito e pelo Rio Ibicuí-Mirim. Poços também abastecem a Vila Bilibiu e distritos do município. Como não há possibilidade de quantificar o número de habitantes que pertencem a Vila Bilibiu, esta população permanece no computo da população que é abastecida pelas barragens. Para os distritos Arroio do Só e Santo Antão, que são abastecidos em parte pelas barragens e em parte por poços, optou-se por considerar que toda a população dos distritos é abastecida pelas barragens como medida preventiva para o cálculo do balanço hídrico. O distrito de Arroio Grande também é abastecido pelas barragens. Os demais distritos são abastecidos por poços e não entram no computo da demanda superficial. Importante destacar que aproximadamente 30% da água que é gerada para o abastecimento do município provém da Barragem do DNOS, dentro da Bacia, o restante provém por transposição da Bacia do Ibicuí-Mirim;
- **São Gabriel:** a sede do município e o núcleo urbano Santa Clara são abastecidos pela Barragem no Rio Vacacaí. Já os distritos são abastecidos por poços e não entram no computo da demanda superficial;
- **São Sepé:** a sede do município é abastecida pela Barragem no Rio São Sepé. Já os distritos são abastecidos por poços e não entram no computo da demanda superficial;
- **Silveira Martins:** o município é abastecido pela Barragem Dala Corte;
- **Vila Nova do Sul:** o município é abastecido pelo Arroio Cambaí e por poços. Optou-se por considerar que todo o município é abastecido apenas pelo curso d´água como

medida preventiva para o cálculo do balanço hídrico;

A partir destas demandas superficiais estimadas, e utilizando os croquis dos Sistemas de Abastecimento de Água, provenientes do Atlas de Abastecimento Urbano de Água (ano de referência 2009), as portarias e cadastros de outorga, provenientes do SIOUT RS e processos físicos da DIOUT, e informações obtidas junto à CORSAN, foi possível elaborar o Quadro 105, comparando as demandas de abastecimento superficial.

Quadro 105: Comparativo entre as demandas de abastecimento superficial

Município	Fonte de captação	Demanda de Abastecimento Superficial (m³/s)		
		Estimada	Atlas de Abastecimento Urbano	Outorga de uso da água
Formigueiro	Barragem Arroio Matias	0,014	0,009	0,010
Itaara	Barragem Lago da SOCEPE	0,013	0,017	0,016
Restinga Sêca	Barragem Sanga Santa Gertrudes	0,033	0,030	0,036
Santa Maria	Barragem DNOS Santa Maria	0,265	0,500	0,320*
	Transposição Ibicuí-Mirim	0,619	0,570	Barragem Saturnino: 0,400** Rio Ibicuí-Mirim: 0,300**
	Total	*0,884*	*1,070*	*1,020*
São Gabriel	Barragem no Rio Vacacaí	0,130	0,216	0,142
São Sepé	Barragem no Rio São Sepé	0,047	0,056	0,055
Silveira Martins	Barragem Dala Corte	0,007	0,010	0,010
Vila Nova do Sul	Arroio Cambaí	0,006	0,004	0,010
TOTAL		**1,13**	**1,41**	**1,30**

** Conforme informações repassadas pela CORSAN, a outorga da Barragem DNOS passa a ser concedida pela ANA com uma vazão de 0,320 m³/s. A outorga concedida pelo SIOUT RS, na vazão de 0,360 m³/s, será cancelada, uma vez que já foi publicada a Outorga ANA 187/2021;*

*** As vazões outorgadas na Barragem Saturnino de Brito e na captação direta no Rio Ibicuí-Mirim são respectivamente 0,550 m³/s e 0,600 m³/s, porém atualmente são efetivamente retirados 0,300 e 0,400 m³/s conforme informação repassada pela CORSAN. Este sistema está sob avaliação da CORSAN para ampliação.*

Observa-se que, de modo geral, as outorgas ou cadastros possuem demandas maiores do que as estimativas, fato compreensível já que nos pedidos de outorga as concessionárias levam em consideração necessidades futuras de incremento do abastecimento de água, bem como outros usos que não consumo humano, mas que incorporam o abastecimento público (como comércio e indústria abastecidos pela rede da CORSAN).

Considerando que os croquis do Atlas de Abastecimento Urbano de Água datam de 2009 e possuem escala nacional e que as demandas estimadas não estão levando em consideração futuros incrementos no abastecimento, optou-se por utilizar as demandas fornecidas pelas outorgas de uso da água para o estabelecimento das vazões de retirada para fins de balanço hídrico. A retirada total dos municípios é de 1,30 m³/s de água (Gráfico 45).

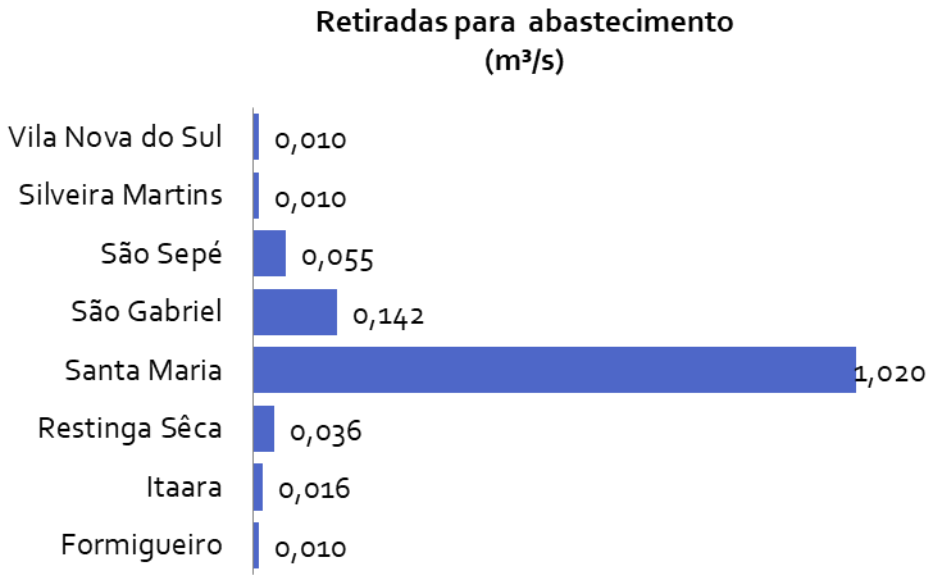


Gráfico 45: Retiradas de água superficial nos municípios da bacia para abastecimento

A partir da retirada de água que cada município realiza para suprir seus sistemas de abastecimento, é possível estimar o quanto desta água é efetivamente consumida pela população da bacia e o quanto desta água retorna aos corpos hídricos na forma de efluentes. Esta relação entre retirada e consumo é proporcional ao coeficiente de retorno. Para o caso do abastecimento humano, segundo dados da ANA, o coeficiente de retorno é de 0,8, ou seja, 20% da água que é retirada da bacia é consumida pelos sistemas de abastecimento e os restantes 80% retornam aos corpos hídricos. Assim, com base nestes valores, foi estimado o consumo dos municípios em relação às retiradas conforme o Quadro 106 e Gráfico 46. O consumo total dos municípios é de 0,26 m³/s de água.

Quadro 106: Consumo de água superficial nos municípios da bacia

Município	Fonte de captação	Consumo (m³/s)	
Formigueiro	Barragem Arroio Matias	0,002	
Itaara	Barragem Lago da SOCEPE	0,003	
Restinga Sêca	Barragem Sanga Santa Gertrudes	0,007	
Santa Maria	Barragem DNOS Santa Maria	0,064	
	Transposição Ibicuí-Mirim	Barragem Saturnino	0,080
		Rio Ibicuí-Mirim	0,060
	Total	0,204	
São Gabriel	Barragem no Rio Vacacaí	0,028	
São Sepé	Barragem no Rio São Sepé	0,011	
Silveira Martins	Barragem Dala Corte	0,002	
Vila Nova do Sul	Arroio Cambaí	0,002	
TOTAL		**0,26**	

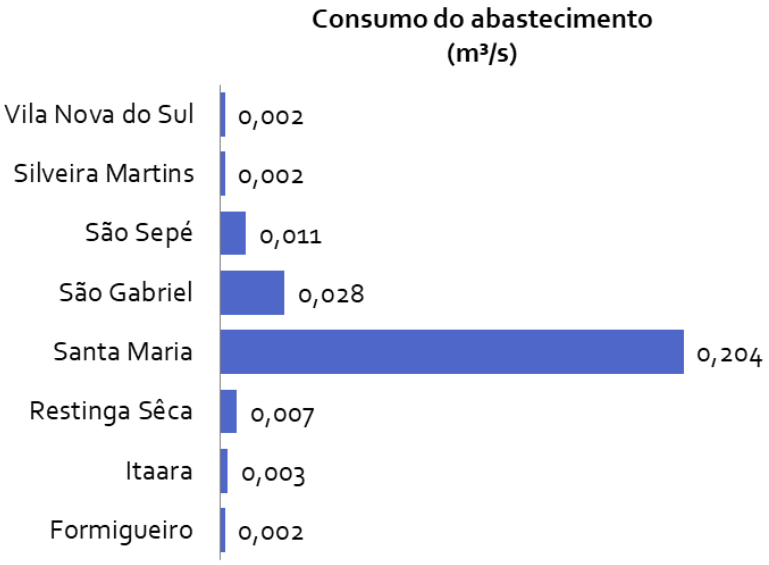


Gráfico 46: Consumo de água superficial nos municípios da bacia para abastecimento

5.3.2 Uso da produção agrícola

A **demanda hídrica** para produção agrícola na bacia hidrográfica foi estimada na caracterização da produção agrícola dos municípios, apresentada no item 2.12.2, e na caracterização do uso do solo do item 2.7. Para o cultivo de soja, considerou-se que são irrigadas as áreas de soja do mapa de uso do solo que estão localizadas dentro dos polígonos de áreas irrigadas licenciadas pela FEPAM. Considerou-se que os outros cultivos estão ocupando as áreas da classe de uso do solo "Outras lavouras temporárias" e metade das áreas da classe "Mosaico de Agricultura e Pastagem" (considera-se que a outra metade é ocupada por pastagem). Esta é uma simplificação necessária considerando os dados e ferramentas disponíveis. A partir da caracterização da produção agrícola, determina-se quais culturas ocupam estas áreas em cada município.

Dentre as culturas com maior expressividade na bacia hidrográfica, determinou-se quais seriam consideradas irrigadas e não irrigadas na região a partir de informações coletadas com o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica dos rios Vacacaí e Vacacaí Mirim. Foram consideradas como irrigadas as culturas de soja, arroz, fumo, laranja e tangerina, com demandas de água por hectare conforme apresentado no Quadro 107.

Quadro 107: Demanda de água para irrigação das culturas

Cultura	Demanda média por área irrigada (m³/ha.mês)											
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Soja	600	500	200	0	0	0	0	0	0	0	200	500
Arroz	2.000	2.000	500	0	0	0	0	0	0	0	1.500	2.500
Fumo	833	0	0	0	0	0	0	833	833	833	833	833
Laranja	1.000	1.000	0	0	0	0	0	0	1.000	1.000	1.000	1.000
Tangerina	1.000	1.000	0	0	0	0	0	0	1.000	1.000	1.000	1.000

Como a demanda para irrigação de cada cultura varia de acordo com os meses, calculou-

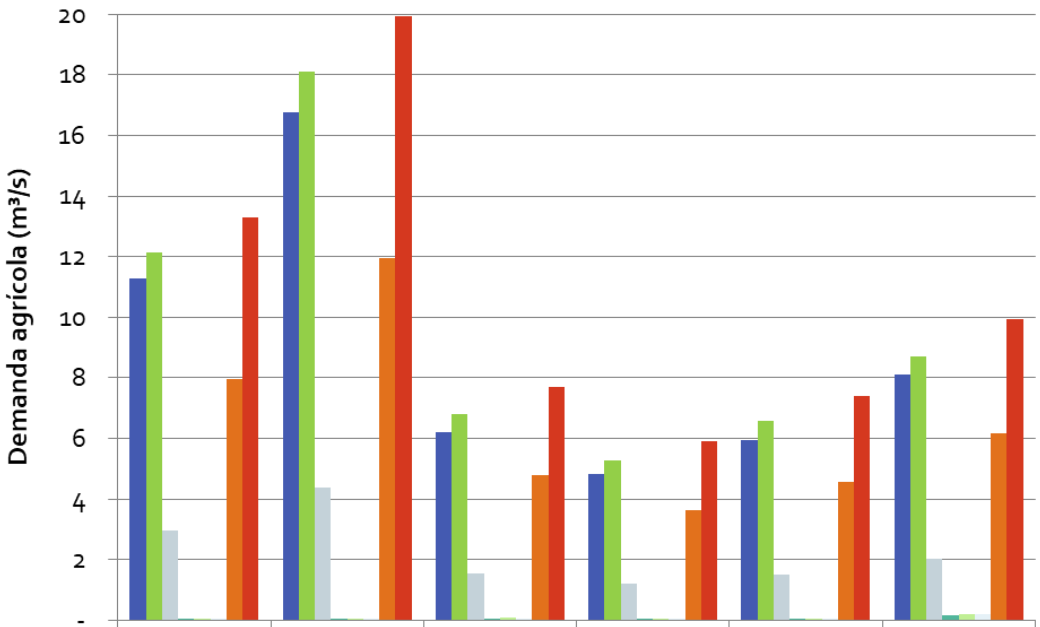
se, a partir do número de hectares de cada cultura na bacia, a demanda de cada cultura em cada mês, uma demanda total anual por cultura e uma demanda total mensal, como mostra o Quadro 108. Neste quadro não são apresentados os meses de abril a julho, pois nesses meses não ocorre irrigação. Fica evidente que a cultura do arroz é a que mais demanda água para irrigação, seguida pela soja, e o mês com maiores demandas é dezembro.

Quadro 108: Demandas mensais para irrigação de cada cultura da Bacia Hidrográfica dos rios Vacacaí e Vacacaí Mirim

Cultura	Demanda por cultura (m³/s)								Média anual*
	Jan.	Fev.	Mar.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	
Soja	5,12	4,73	1,71	-	-	-	1,77	4,27	**1,45**
Arroz	47,56	52,66	11,89	-	-	-	36,86	59,45	**17,17**
Fumo	0,26	-	-	0,26	0,27	0,26	0,27	0,26	**0,13**
Laranja	0,11	0,12	-	-	0,11	0,11	0,11	0,11	**0,06**
Tangerina	0,05	0,05	-	-	0,05	0,05	0,05	0,05	**0,03**
Total	**53,11**	**57,56**	**13,60**	**0,26**	**0,43**	**0,42**	**39,06**	**64,14**	**18,83**

*considerando os 12 meses do ano

O Gráfico 47 apresenta as demandas para irrigação em cada uma das UPGs, observa-se que a UPG Médio Vacacaí é a que demanda maiores quantidades de água para atender a irrigação .



	Alto Vacacai	Médio Vacacaí	Baixo Vacacaí	Santa Bárbara	São Sepé	Vacacaí-Mirim
Jan.	11,28	16,77	6,20	4,83	5,95	8,09
Fev.	12,12	18,09	6,79	5,28	6,56	8,72
Mar.	2,96	4,38	1,55	1,22	1,49	2,01
Ago.	0,02	0,02	0,05	0,02	0,00	0,15
Set.	0,06	0,06	0,07	0,04	0,02	0,19
Out.	0,06	0,06	0,06	0,04	0,02	0,18
Nov.	7,95	11,95	4,77	3,64	4,58	6,16
Dez.	13,30	19,92	7,69	5,92	7,40	9,92

Gráfico 47: Demanda média mensal para produção agrícola estimada em cada UPG (m³/s)

Sabe-se que nem toda a demanda hídrica para produção agrícola é realmente captada dos cursos de água superficiais, portanto foi feita uma análise dos usos de água registrados no SIOUT RS, a fim de determinar as retiradas de água de água para irrigação que serão consideradas no balanço hídrico superficial da bacia hidrográfica.

Existem 1.446 usos de água registrados no SIOUT RS para a finalidade de produção agrícola, 489 destes registros estão na UPG Vacacaí-Mirim, 140 na UPG Alto Vacacaí, 331 na UPG Médio Vacacaí, 204 na UPG Baixo Vacacaí, 113 na UPG Santa Bárbara e 169 na UPG São Sepé, distribuídos em captações superficiais, reservações e captações subterrâneas conforme mostrado no Gráfico 48.

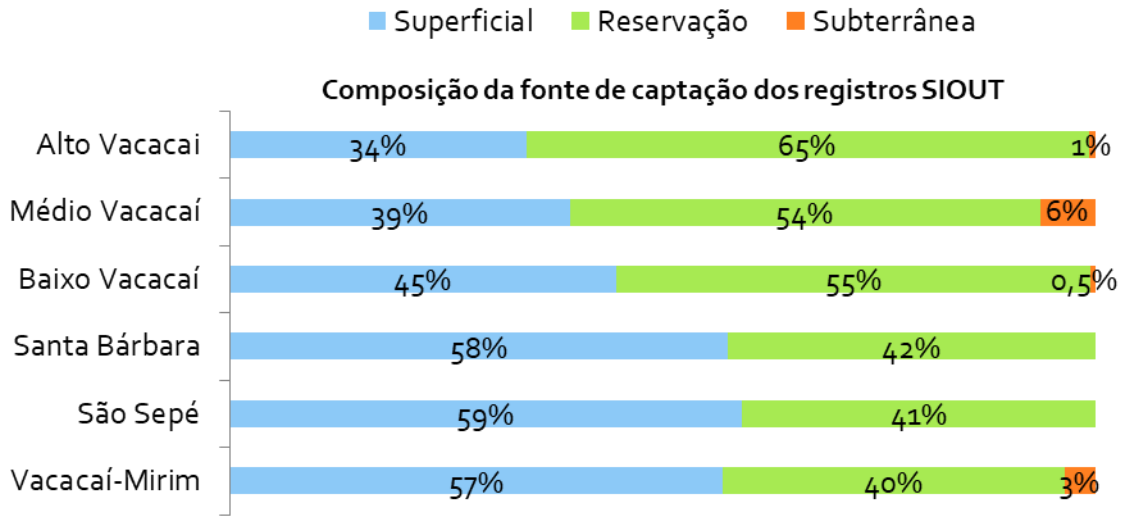


Gráfico 48: Distribuição dos cadastros de uso da água para produção agrícola nas UPGs por natureza da intervenção

Para a estimativa das **retiradas para a produção agrícola**, ou seja, as captações superficiais que serão consideradas no balanço hídrico, considerou-se as porcentagens de registros de uso de água apresentadas no Gráfico 48, multiplicando as demandas de água estimadas em cada UPG pela respectiva porcentagem de registros de natureza superficial. Foi também avaliado junto ao CONSÁGUA os irrigantes atendidos pelas barragens VAC 04 e VAC 06/07, de forma que foram consideradas as regiões agrícolas adjacente como plenamente atendidas por estas estruturas. Conforme indicado pelo Comitê, nem todas as áreas de soja na bacia hidrográfica são irrigadas, portanto, para esta cultura, foram consideradas como irrigadas algumas regiões apontadas pelo Comitê e outras áreas de soja inseridas nos polígonos de áreas de irrigação licenciadas pela FEPAM.

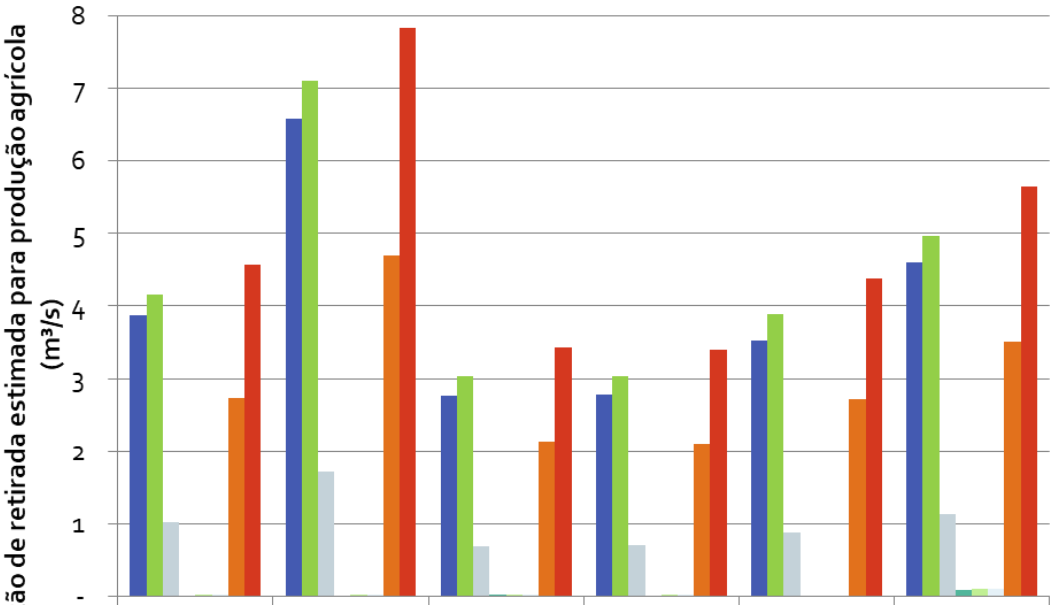
Os valores de retiradas por cultura e por UPG são apresentadas no Quadro 109.

Quadro 109: Retiradas médias anuais para irrigação de cada cultura da Bacia Hidrográfica dos rios Vacacaí e Vacacaí Mirim por UPG

UPG	Retiradas médias anuais por cultura em cada UPG (m³/s)					Média anual da UPG (m³/s)
	Soja	Arroz	Fumo	Laranja	Tangerina	
Alto Vacacai	0,18	1,16	0,00	0,00	0,00	**1,35**
Médio Vacacaí	0,27	2,02	0,00	0,01	0,00	**2,31**
Baixo Vacacaí	0,02	0,97	0,01	0,00	0,00	**1,00**
Santa Bárbara	0,04	0,94	0,00	0,01	0,00	**0,99**
São Sepé	0,01	1,25	0,00	0,00	0,00	**1,27**
Vacacaí-Mirim	0,06	1,55	0,04	0,01	0,00	**1,66**
Retirada total por cultura (m³/s)	**0,58**	**7,89**	**0,07**	**0,03**	**0,01**	8,57

No Gráfico 49 são apresentadas as retiradas de água por mês estimadas para produção

agrícola na bacia hidrográfica.



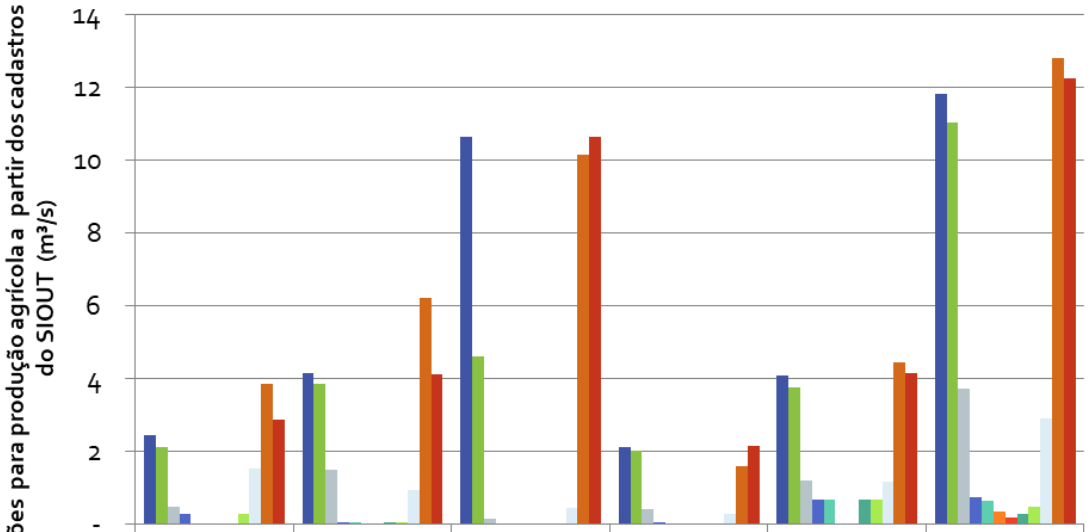
	Alto Vacacai	Médio Vacacaí	Baixo Vacacaí	Santa Bárbara	São Sepé	Vacacaí-Mirim
Jan.	3,87	6,58	2,77	2,78	3,52	4,60
Fev.	4,16	7,10	3,03	3,04	3,88	4,96
Mar.	1,01	1,72	0,69	0,70	0,88	1,14
Ago.	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,09
Set.	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,11
Out.	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,10
Nov.	2,73	4,69	2,13	2,09	2,71	3,50
Dez.	4,56	7,82	3,43	3,40	4,38	5,64

Gráfico 49: Retirada mensal estimada para produção agrícola na bacia hidrográfica (m³/s)

Para comparação com a retirada estimada, foram avaliadas as vazões registradas nos cadastros e outorgas do SIOUT RS. Considerando que alguns valores informados no cadastros podem representar erros, já que não passaram por avaliação dos técnicos da DIOUT do DRHS, foi feita uma análise dos volumes informados em cada cadastro em que a cultura irrigada é o arroz (o que representa 97% dos cadastros), avaliando se eram compatíveis com a área irrigada informada pelo cadastrante. Volumes entre 7.000 e 15.000 m³/hectare por safra são considerados adequados para o estado, e variam conforme o clima da região, tipo de solo, método de irrigação, etc. Cerca de metade dos cadastros apresentaram volume de captação por safra inferior a 7.000 m³/hectare, e 8% apresentaram volume de captação superior a 15.000 m³/hectare por safra.

Considerando estes fatores, em conjunto com o Comitê decidiu-se que o mais adequado para uma estimativa mais realista das vazões captadas para irrigação de arroz seria considerar a área irrigada informada nos cadastros, mas corrigir o volume de captação para 10.000 m³/hectare por safra. Para a irrigação das demais culturas, foram consideradas as vazões informadas no cadastro, excetuando-se um cadastro que apresentava um valor

excessivamente elevado, que representa um erro. As vazões para produção agrícola por UPG obtidas a partir dos cadastros no SIOUT RS são apresentadas no Gráfico 50, que pode ser comparado ao Gráfico 49.



	Alto Vacacaí	Médio Vacacaí	Baixo Vacacaí	Santa Bárbara	São Sepé	Vacacaí-Mirim
jan	2,45	4,16	10,64	2,13	4,07	11,80
fev	2,11	3,87	4,62	2,03	3,74	11,02
mar	0,47	1,50	0,14	0,43	1,18	3,72
abr	0,29	0,06	-	0,07	0,68	0,73
mai	-	0,06	-	0,02	0,68	0,65
jun	-	0,04	-	-	0,03	0,33
jul	-	0,04	-	-	0,03	0,19
ago	-	0,06	-	0,02	0,68	0,27
set	0,29	0,06	-	0,02	0,68	0,47
out	1,53	0,95	0,45	0,28	1,15	2,89
nov	3,84	6,20	10,15	1,60	4,46	12,80
dez	2,85	4,13	10,64	2,14	4,14	12,25

Gráfico 50: Vazões para produção agrícola em cada UPG a partir dos cadastros no SIOUT RS (m³/s)

O Gráfico 51 apresenta uma comparação entre as vazões de retirada estimadas e as vazões registradas no SIOUT RS por mês. Percebe-se que os valores são da mesma ordem de grandeza, indicando que tanto a estimativa quanto os valores registrados no SIOUT RS estão coerentes. Algo a ser destacado é que nas estimativas de retirada de água (e também nas demandas hídricas a partir das quais as retiradas foram estimadas), o mês com maiores vazões é dezembro, porém, nos usos registrados no SIOUT RS, o mês com maiores vazões é o mês de novembro. Essa diferença se configura em razão de que a cultura do arroz, que exige as maiores quantidades de água, tem seu pico de demanda no mês de dezembro, porém diversos irrigantes fazem o enchimento das quadras de arroz nos últimos dias do mês de novembro, e

nos meses seguintes são captadas águas apenas para a manutenção dos níveis de água nas quadras (dezembro, janeiro, fevereiro e nos primeiros dias de março), dessa forma, o pico das captações ocorre no final do mês de novembro.

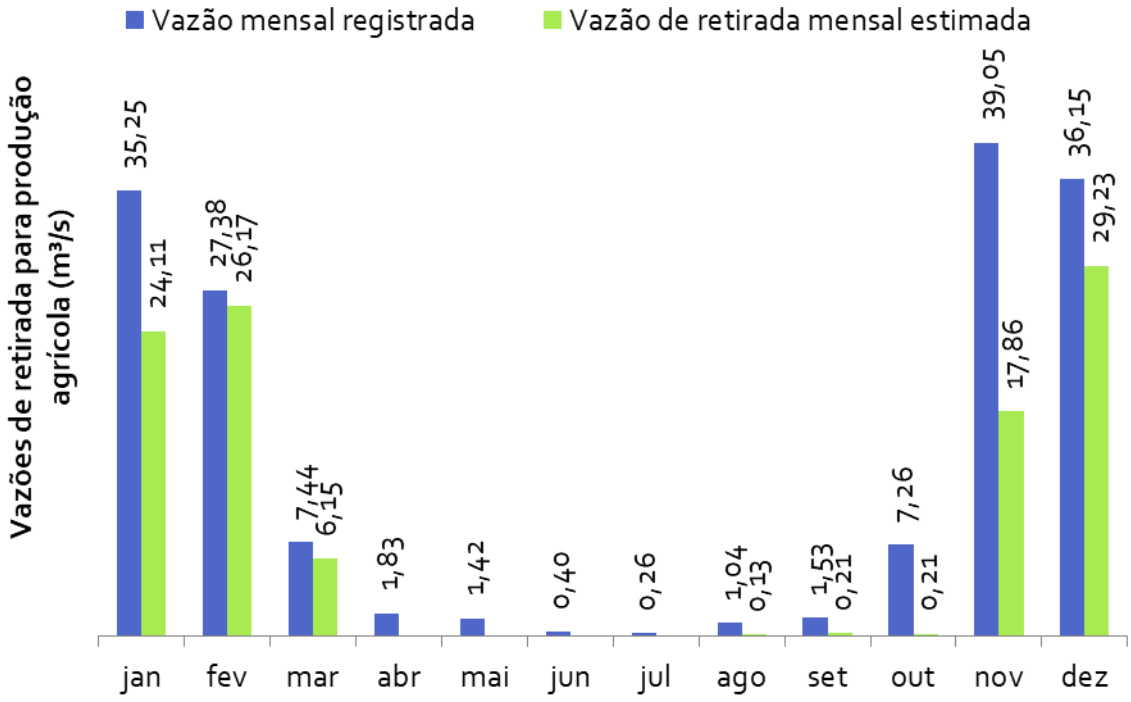
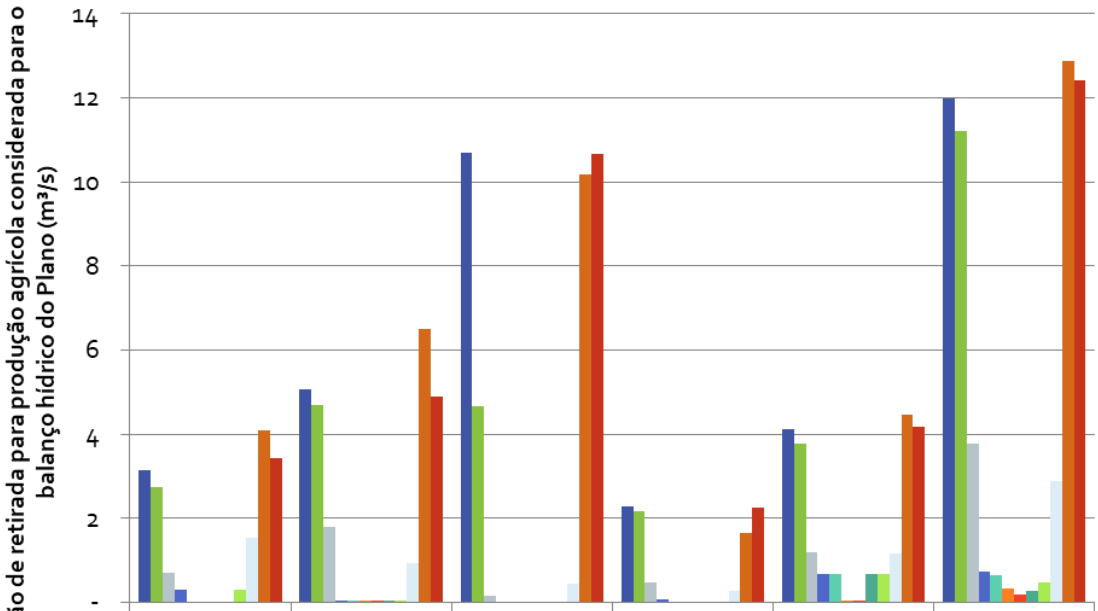


Gráfico 51: Vazões de retirada mensal estimadas e registradas no SIOUT RS para produção agrícola (m³/s)

Como os valores estimados e registrados foram semelhantes, optou-se por utilizar para o balanço hídrico os cadastros e outorgas do SIOUT RS, pois estes representam melhor a localização das retiradas de água nos cursos hídricos.

Após a realização de uma avaliação das culturas irrigadas informadas nos usos registrados, percebeu-se que cerca de 98% dos registros são para irrigação de arroz, portanto, a irrigação das demais culturas, provavelmente está subestimada. Conforme o Quadro 108, as vazões de irrigação para as demais culturas é insignificante frente à demanda para irrigação de arroz, portanto, dada a importância do cultivo na soja na região, mesmo que nem toda a área plantada seja irrigada, optou-se por acrescentar ao balanço hídrico as retiradas estimadas para a soja apresentadas no Quadro 109. O Gráfico 52 apresenta as vazões de retirada consideradas para o balanço hídrico do Plano, que representam os usos registrados no SIOUT RS, somado às vazões de retirada estimadas para o cultivo da soja.



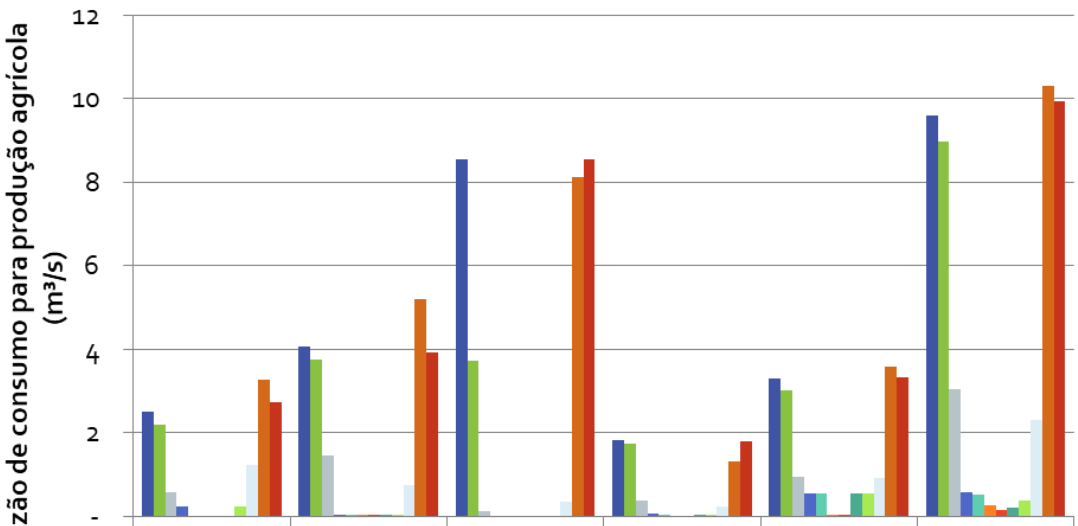
	Alto Vacacaí	Médio Vacacaí	Baixo Vacacaí	Santa Bárbara	São Sepé	Vacacaí-Mirim
jan	3,14	5,07	10,69	2,28	4,12	12,00
fev	2,75	4,71	4,67	2,16	3,78	11,21
mar	0,70	1,80	0,16	0,48	1,20	3,79
abr	0,29	0,06	-	0,07	0,68	0,73
mai	-	0,06	-	0,02	0,68	0,65
jun	-	0,04	-	-	0,03	0,33
jul	-	0,04	-	-	0,03	0,19
ago	-	0,06	-	0,02	0,68	0,27
set	0,29	0,06	-	0,02	0,68	0,47
out	1,53	0,95	0,45	0,28	1,15	2,89
nov	4,08	6,51	10,17	1,65	4,47	12,87
dez	3,43	4,89	10,68	2,26	4,18	12,42

Gráfico 52: Vazões de retirada consideradas para o balanço hídrico do Plano (m³/s)

Deve ser levado em consideração que nem toda a água captada para irrigação é efetivamente consumida pelas culturas. Uma porção da água retirada dos corpos hídricos retorna ao sistema hídrico em determinado momento, não necessariamente no mesmo local em que foi captada. Para a estimativa dos **consumos de água para produção agrícola** foi considerado um coeficiente de retorno de 20%[202] aplicado sobre as retiradas (consolidadas conforme os usos regularizados no Gráfico 51), de modo que os valores de vazões consumidas na bacia são os apresentados no Gráfico 53.

No Gráfico 53 são apresentados os consumos de água por mês para produção agrícola na bacia hidrográfica.

[202] SRHU & FUNARBE. Desenvolvimento de Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil. Relatório Técnico, 2011.



	Alto Vacacaí	Médio Vacacaí	Baixo Vacacaí	Santa Bárbara	São Sepé	Vacacaí-Mirim
jan	2,51	4,06	8,55	1,82	3,30	9,60
fev	2,20	3,77	3,73	1,73	3,03	8,97
mar	0,56	1,44	0,13	0,38	0,96	3,03
abr	0,23	0,04	-	0,05	0,55	0,58
mai	-	0,04	-	0,02	0,55	0,52
jun	-	0,03	-	-	0,02	0,26
jul	-	0,03	-	-	0,02	0,15
ago	-	0,04	-	0,02	0,55	0,22
set	0,23	0,04	-	0,02	0,55	0,38
out	1,22	0,76	0,36	0,23	0,92	2,32
nov	3,27	5,21	8,13	1,32	3,58	10,30
dez	2,74	3,91	8,54	1,81	3,34	9,93

Gráfico 53: Consumo mensal para produção agrícola na bacia hidrográfica (m³/s)

5.3.3 Uso para criação animal

A estimativa da **demanda hídrica** do uso para dessedentação animal foi baseada na caracterização da criação de animais dos municípios, apresentada no item 2.12.3 Criação animal, e nas áreas de "Formação campestre" e metade das áreas da classe "Mosaico de Agricultura e Pastagem" (considera-se que a outra metade é ocupada por culturas agrícolas) da caracterização do uso do solo do item 2.7. Esta metodologia simula como se os animais estivessem espalhados nas áreas de campo e pastagem da bacia, ou seja, é considerado que os animais são criados de forma extensiva.

A caracterização da criação de animais por município foi utilizada para determinar quais rebanhos ocupam as áreas das classes formação campestre e pastagem no mapa de uso do solo. Foram utilizadas os coeficientes de demanda médios de água por cabeça que variam conforme o animal, apresentados no Manual de Usos Consuntivos de Água no Brasil[203],

[203] Manual de Usos Consuntivos de Água no Brasil (ANA, 2019)

conforme o Quadro 110.

Quadro 110: Demanda de água para criação animal

Rebanho	Demanda média por cabeça (l/cab.dia)
Bovino	50
Ovino	10
Galinhas	0,27
Galináceos (exceto galinhas)	0,22
Equino	40
Suíno	18,7
Vacas ordenhadas	127,5
Codornas	0,18
Caprino	10
Bubalino	50

As demandas estimadas por rebanho e por UPG são apresentadas no Quadro 111.

Quadro 111: Demanda de água para criação animal por UPG (m³/s)

UPG	Bovinos (exceto vacas ordenhadas)	Ovino	Galinhas	Galináceos (exceto galinhas)	Equino	Suíno	Vacas ordenhadas	Codornas	Caprino	Bubalino	Total
Alto Vacacai	0,0915	0,0068	0,0001	*	0,0031	0,0007	0,0042	*	*	0,0005	**0,1068**
Médio Vacacaí	0,1060	0,0046	0,0001	*	0,0043	0,0010	0,0031	*	*	0,0005	**0,1196**
Baixo Vacacaí	0,0230	0,0004	*	*	0,0005	0,0003	0,0009	*	*	0,0001	**0,0252**
Santa Bárbara	0,0457	0,0027	*	*	0,0015	0,0005	0,0019	*	0,0001	0,0001	**0,0527**
São Sepé	0,0440	0,0019	*	*	0,0013	0,0007	0,0012	*	*	0,0001	**0,0492**
Vacacaí-Mirim	0,0231	0,0006	*	*	0,0009	0,0006	0,0019	*	*	0,0002	**0,0272**
Total	**0,3333**	**0,0170**	**0,0002**	**0,0001**	**0,0115**	**0,0037**	**0,0131**	*	**0,0002**	**0,0015**	0,3806

* Valores inferiores a 0,00005.

A demanda total da bacia hidrográfica para criação animal estimada foi 0,381 m³/s, distribuída nas UPGs conforme o Gráfico 54.

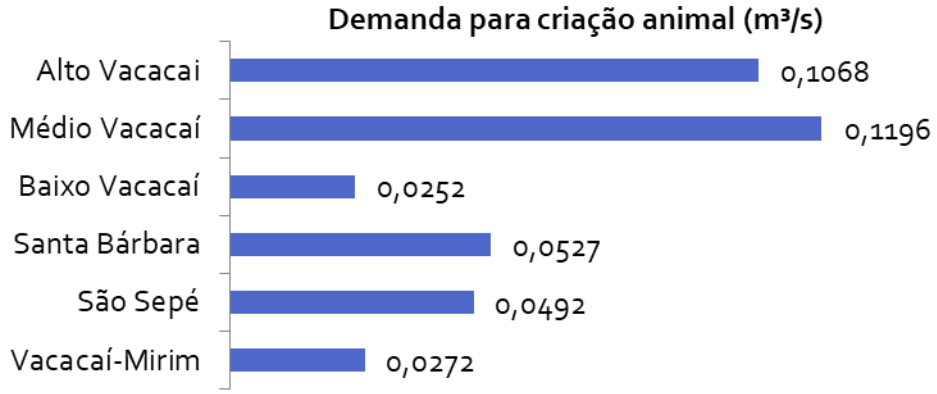


Gráfico 54: Demanda de água para criação animal por UPG (m³/s)

A distribuição da demanda por tipo de animal (Gráfico 55) ressalta que a criação de bovinos é a que mais demanda água na bacia hidrográfica.

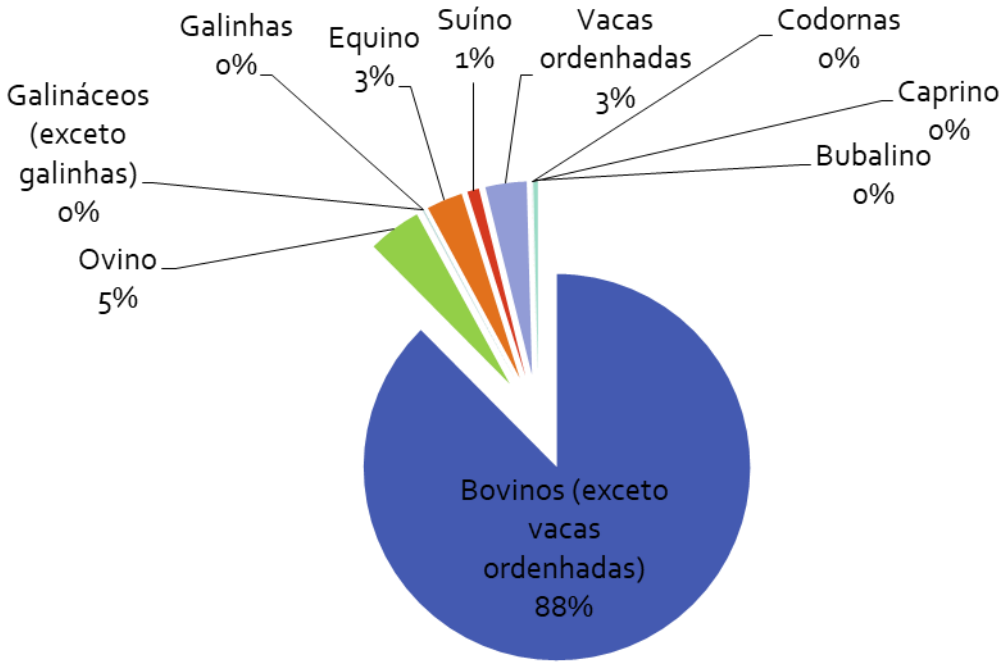


Gráfico 55: Distribuição das demandas hídricas por tipo de animal

Existem 1.732 usos de água registrados no SIOUT RS para a finalidade de dessedentação animal, 205 destes registros estão na UPG Vacacaí-Mirim, 351 na UPG Alto Vacacaí, 419 na UPG Médio Vacacaí, 191 na UPG Baixo Vacacaí, 249 na UPG Santa Bárbara e 205 na UPG São Sepé, distribuídos em captações superficiais, reservações e captações subterrâneas conforme distribuição mostrada no Gráfico 56. Uma vez que os cadastros e outorgas de uso da água não são compatíveis com a demanda hídrica para criação animal, apenas as respectivas relações de proporção da fonte hídrica para atendimento das demandas serão utilizadas para a estimativa

de **retiradas de água** que serão utilizadas no balanço hídrico.

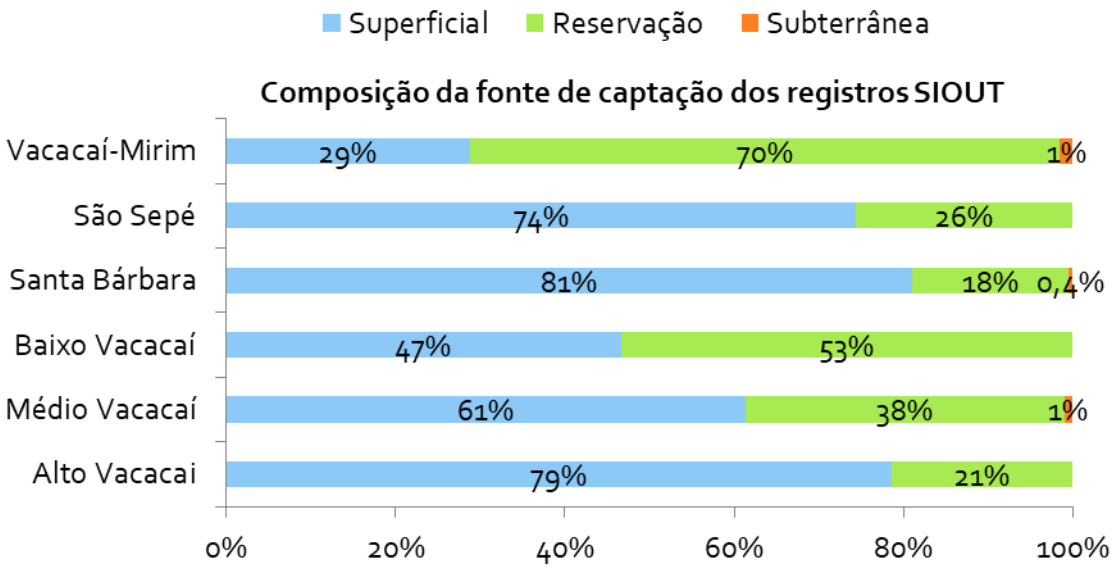


Gráfico 56: Distribuição dos cadastros de uso da água para criação animal nas UPGs por natureza da intervenção

Para a estimativa das vazões cuja fonte hídrica seja a água superficial, ou seja, as retiradas que serão consideradas no balanço hídrico superficial, considerou-se as porcentagens de registros de uso de água apresentadas no Gráfico 56, multiplicando as demandas de água estimadas em cada UPG pela respectiva porcentagem de registros de natureza superficial. Os valores calculados são apresentados no Quadro 112.

Quadro 112: Retirada de água para criação animal por UPG (m³/s)

UPG	Bovinos (exceto vacas ordenhadas)	Ovino	Galinhas	Galináceos (exceto galinhas)	Equino	Suíno	Vacas ordenhadas	Codornas	Caprino	Bubalino	Total
Alto Vacacai	0,0719	0,0053	*	*	0,0024	0,0005	0,0033	*	*	0,0004	**0,0840**
Médio Vacacaí	0,0650	0,0028	*	*	0,0026	0,0006	0,0019	*	*	0,0003	**0,0733**
Baixo Vacacaí	0,0107	0,0002	*	*	0,0002	0,0001	0,0004	*	*	*	**0,0117**
Santa Bárbara	0,0371	0,0022	*	*	0,0012	0,0004	0,0015	*	0,0001	0,0001	**0,0427**
São Sepé	0,0327	0,0014	*	*	0,0009	0,0005	0,0009	*	*	0,0001	**0,0366**
Vacacaí-Mirim	0,0066	0,0002	*	*	0,0002	0,0002	0,0005	*	*	*	**0,0078**
Total	**0,2241**	**0,0121**	**0,0002**	**0,0001**	**0,0077**	**0,0024**	**0,0086**	*	**0,0001**	**0,0010**	**0,2562**

* Valores inferiores a 0,00005.

A retirada de água total da bacia hidrográfica para criação animal estimada foi 0,256 m³/s, distribuída nas UPGs conforme o Gráfico 57.

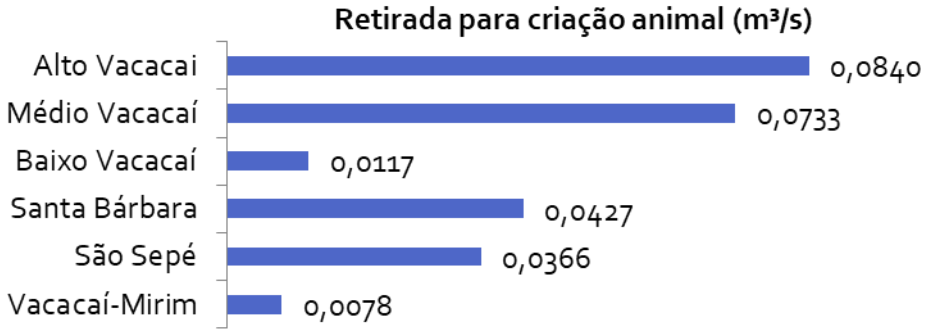


Gráfico 57: Retirada de água para criação animal por UPG (m³/s)

Deve ser levado em consideração que parte da a água captada para a criação animal retorna ao ambiente, ou seja, da vazão de retirada estimada, apenas uma porção é efetivamente consumida pelos animais e respectiva criação. Para a estimativa dos **consumos de água** para a criação animal foi considerado um coeficiente de retorno de 20%[204], de modo que os valores de vazões consumidas na bacia são os apresentados no Quadro 113 e no Gráfico 58.

[204] Nota Técnica nº 56/2015/SPR_ANA

Quadro 113: Consumo de água para criação animal por UPG (m³/s)

UPG	Bovinos (exceto vacas ordenhadas)	Ovino	Galinhas	Galináceos (exceto galinhas)	Equino	Suíno	Vacas ordenhadas	Codornas	Caprino	Bubalino	Total
Alto Vacacai	0,0575	0,0043	*	*	0,0019	0,0004	0,0026	*	*	0,0003	0,0672
Médio Vacacaí	0,0520	0,0022	*	*	0,0021	0,0005	0,0015	*	*	0,0003	0,0587
Baixo Vacacaí	0,0086	0,0002	*	*	0,0002	0,0001	0,0003	*	*	*	0,0094
Santa Bárbara	0,0297	0,0017	*	*	0,0010	0,0004	0,0012	*	0,0001	0,0001	0,0342
São Sepé	0,0262	0,0011	*	*	0,0008	0,0004	0,0007	*	*	0,0001	0,0293
Vacacaí-Mirim	0,0053	0,0001	*	*	0,0002	0,0001	0,0004	*	*	*	0,0063
Total	**0,1793**	**0,0097**	**0,0001**	**0,0001**	**0,0062**	**0,0019**	**0,0068**	*	**0,0001**	**0,0008**	**0,2050**

* Valores inferiores a 0,00005.

O consumo de água total da bacia hidrográfica para criação animal estimada foi 0,2050 m³/s, distribuído nas UPGs conforme o Gráfico 58.

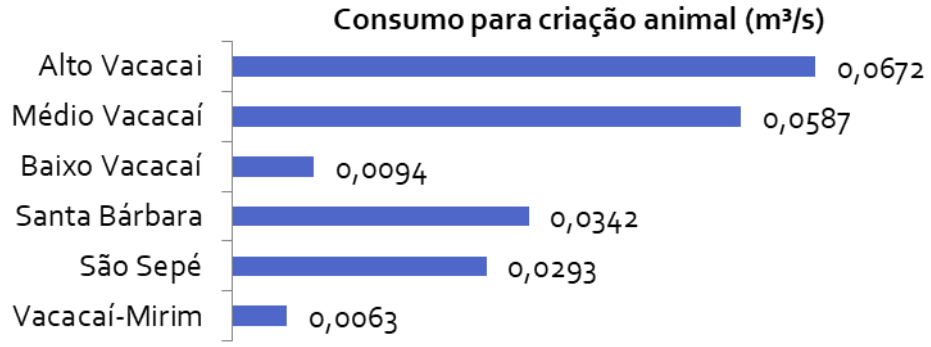


Gráfico 58: Consumo para criação animal por UPG na bacia hidrográfica (m³/s)

5.3.4 Uso industrial

Os valores de **demanda de água** para abastecimento industrial da bacia foram obtidos inicialmente através de duas formas diferentes: uma por meio de estimativas e outra se utilizando de dados cadastrados no sistema de outorga. Os resultados baseados nas estimativas foram produzidos seguindo o método desenvolvido pela ANA, descrita no Manual de Usos Consuntivos de Água no Brasil. Esta metodologia se destina a gerar dados de vazões para a demanda industrial, considerando cada subclasse das divisões da indústria de transformação, de acordo com a CNAE. Já com relação aos valores resultantes dos dados de outorga, estes foram extraídos diretamente do SIOUT RS, onde foram contabilizadas e somadas as vazões de todas as outorgas emitidas do sistema que possuem finalidade de uso industrial.

Em seguida, foi realizada a comparação entre os resultados produzidos pelos dois métodos, que chegaram aos seguintes valores de demanda total da bacia: 0,16 m³/s para o cálculo estimado e 0,085 m³/s para os dados outorgados. Assim, considerando que os valores não apresentam grandes discrepâncias entre si e que os dados do SIOUT RS possivelmente representam com maior fidelidade a realidade da demanda local na bacia (incluindo informações precisas sobre a localização e natureza da fonte de captação), optou-se por apresentar neste capítulo os resultados baseados nos usos industriais outorgados no SIOUT RS, conforme mostram o Quadro 114 (em m³/dia) e o Gráfico 59 (m³/s) a seguir.

Aqui ainda cabe a observação de que, ao se analisar estes resultados, deve ser levado em consideração que muitas indústrias da região, como por exemplo a maior parte do Parque Industrial e Tecnológico de Santa Maria, são atendidas pelos sistemas de abastecimento urbano de água mantidos pelas companhia de saneamento. Consequentemente, estas demandas estão compreendidas dentro dos valores apresentados no item 5.3.1 Uso para abastecimento de água, fazendo com que os resultados a seguir representem o uso da água pelas indústrias que possuem sistemas próprios de abastecimento.

Quadro 114: Demandas por divisão industrial em cada UPG

Atividade Econômica		UPG ALTO VACACAÍ	UPG BAIXO VACACAÍ	UPG MÉDIO VACACAÍ	UPG SANTA BÁRBARA	UPG SÃO SEPÉ	UPG VACACAÍ-MIRIM	Natureza da fonte (%)		Demanda total por atividade	
								Superficial	Subterrânea	m³/dia	%
Fabricação de bebidas		-	-	870,5	-	-	-	-	100	**870,5**	**12**
Fabricação de produtos alimentícios		974,2	-	2799,3	1102,1	-	-	80	20	**4875,6**	**66**
Militar		150,0	-	378,1	-	-	-	-	100	**528,1**	**7**
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos		184,8	-	110,5	-	-	9,0	57	43	**304,3**	**4**
Construção civil		0,2	-	24,5	-	-	96,0	-	100	**120,7**	**2**
Lavanderias em geral e lavagem de veículos		-	-	136,4	-	3,8	11,8	59	62	**152,0**	**2**
Fabricação de produtos químicos		-	-	40,0	201,6	-	-	17	83	**241,6**	**3**
Fabricação de produtos diversos		-	-	-	-	-	181,3	-	100	**181,3**	**2**
Outros		-	-	100,2	-	-	-	-	100	**100,2**	**1**
Natureza da fonte (%)	**Superficial**	**13**	**-**	**64**	**100**	**100**	**-**	**59**	**41**	**7374,3**	**10 0**
	Subterrânea	**87**	**-**	**36**	**-**	**-**	**100**				
Demanda total por UPG	**m³/dia**	**1309,2**	**0**	**4459,5**	**1303,7**	**3,8**	**298,1**				
	%	**17,8**	**0**	**60,5**	**17,7**	**0,1**	**4,0**				

A demanda total da bacia hidrográfica para uso industrial considerada foi 0,085 m³/s, sendo 59% atendida por fonte superficial e 41% por fonte subterrânea, distribuída nas UPGs conforme o Gráfico 59.

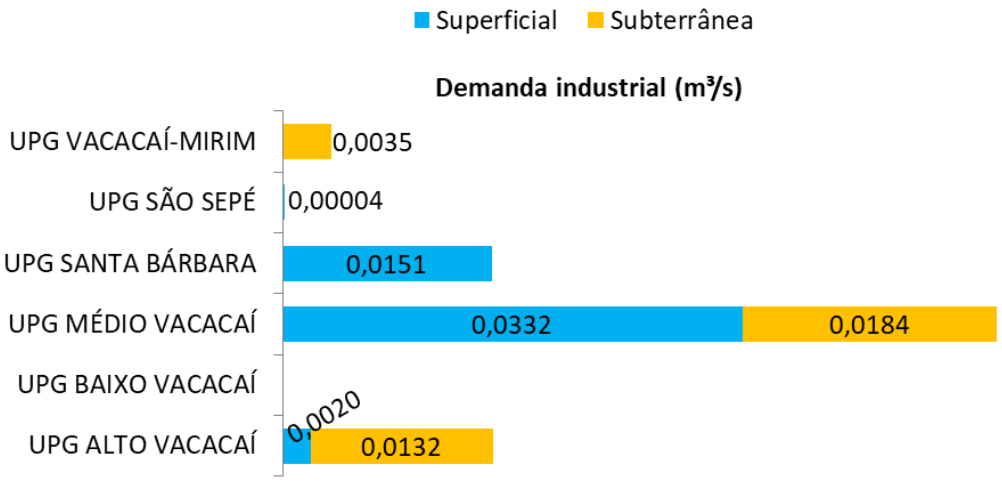


Gráfico 59: Demanda industrial em cada UPG (m³/s)

Para a estimativa das **retiradas para a indústria**, ou seja, as captações superficiais que

serão consideradas no balanço hídrico, considerou-se as outorgas de uso da água registradas de registros de natureza superficial.

Quadro 115: Vazão de retirada outorgada por usuário de uso industrial

UPG	Usuário da Água	Coordenadas		Vazão de retirada outorgada (m³/s)
		Lat.	Long.	
UPG Alto Vacacai	Votorantim Cimentos S.A.	-30.6794	-54.1891	0.0020
UPG Médio Vacacaí	Marzari Alimentos Ltda.	-29.8862	-53.8843	0.0017
	Frigorífico Silva Indústria e Comércio Ltda.	-29.7834	-53.7818	0.0306
	Geraldo Gonçalves Barreiros Dos Santos	-29.6842	-53.8069	0.0010
UPG Santa Bárbara	Águia Fertilizantes S.A.	-30.5695	-53.533	0.0010
	Águia Fertilizantes S.A.	-30.5279	-53.5329	0.0003
	Águia Fertilizantes S.A.	-30.4035	-53.4099	0.0010
	Frigoli Alimentos Ltda.	-30.4576	-53.488	0.0064
	Filiipe Miranda de Oliveira	-30.4576	-53.4882	0.0064
UPG São Sepé	Jackson Machado da Silva - EPP	-30.1461	-53.600	0.00004

A retirada total da bacia hidrográfica para uso industrial considerada foi 0,050 m³/s, distribuída nas UPGs conforme o Gráfico 60.

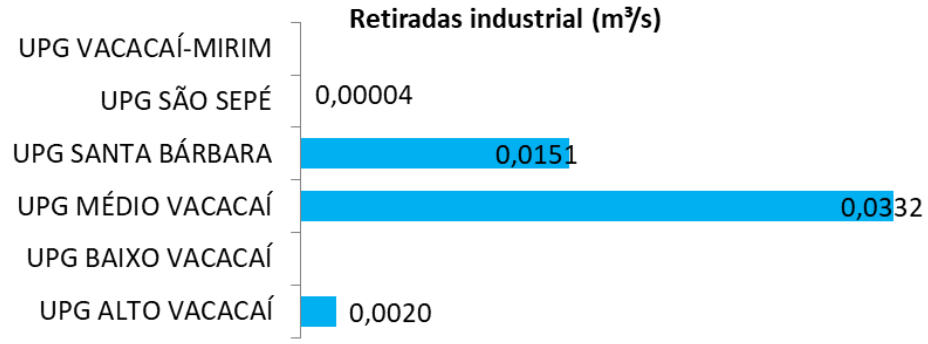


Gráfico 60: Retirada industrial em cada UPG (m³/s)

Deve ser levado em consideração que nem toda a água captada para indústria é efetivamente consumida nos processos produtivos. Uma porção da água retirada dos corpos hídricos retorna ao sistema hídrico em determinado momento, não necessariamente no mesmo local em que foi captada. Para a estimativa dos **consumos de água para uso industrial** foi considerado um coeficiente de retorno de 80%[205], de modo que os valores de vazões consumidas na bacia representam 20% das retiradas superficiais.

[205] Nota Técnica nº 56/2015/SPR_ANA

Quadro 116: Vazão do consumo estimado por usuário de uso industrial

UPG	Usuário da Água	Coordenadas Lat.	Coordenadas Long.	Vazão consumo estimado (m³/s)
UPG Alto Vacacai	Votorantim Cimentos S.A.	-30.6794	-54.1891	0.0004
UPG Médio Vacacaí	Marzari Alimentos Ltda.	-29.8862	-53.8843	0.0003
	Frigorífico Silva Indústria e Comércio Ltda.	-29.7834	-53.7818	0.0061
	Geraldo Gonçalves Barreiros Dos Santos	-29.6842	-53.8069	0.0002
UPG Santa Bárbara	Águia Fertilizantes S.A.	-30.5695	-53.533	0.0002
	Águia Fertilizantes S.A.	-30.5279	-53.5329	0.0001
	Águia Fertilizantes S.A.	-30.4035	-53.4099	0.0002
	Frigoli Alimentos Ltda.	-30.4576	-53.488	0.0013
	Filiipe Miranda de Oliveira	-30.4576	-53.4882	0.0013
UPG São Sepé	Jackson Machado da Silva - EPP	-30.1461	-53.600	0.00001

O consumo total da bacia hidrográfica para uso industrial considerado foi 0,010 m³/s, distribuída nas UPGs conforme o Gráfico 61.

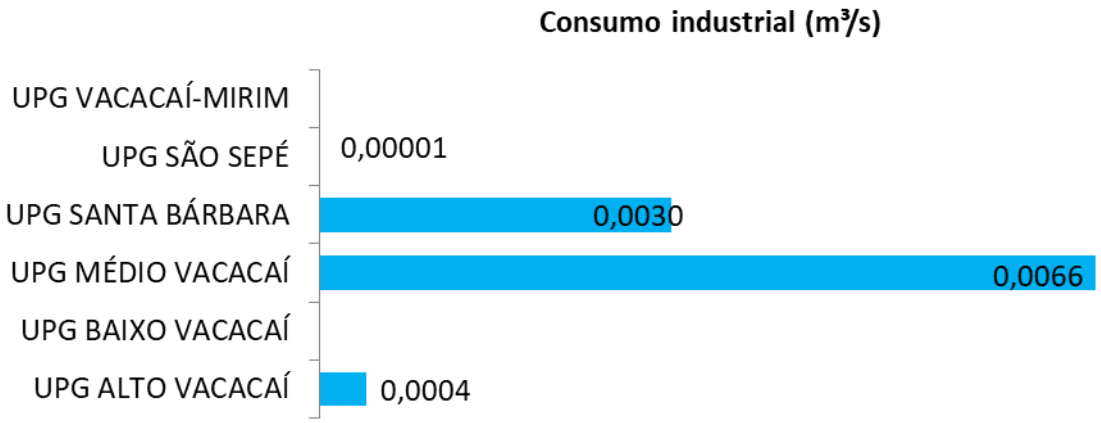
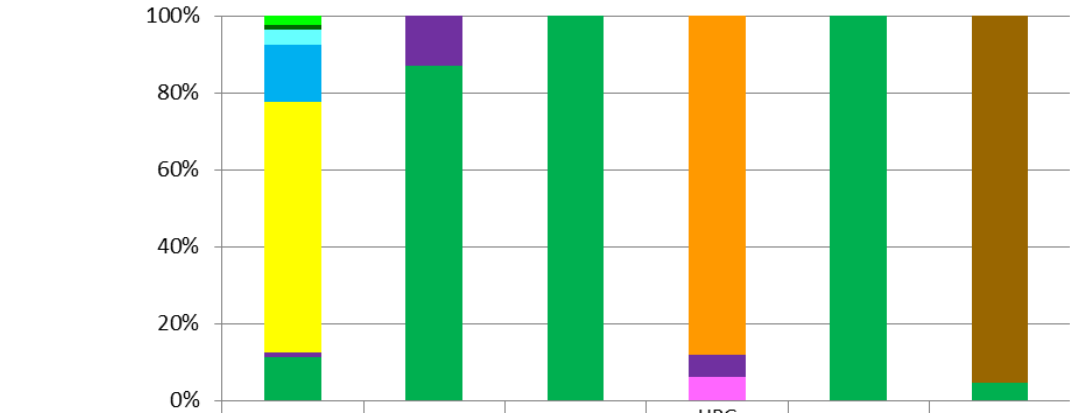


Gráfico 61: Consumo industrial em cada UPG (m³/s)

5.3.5 Uso para atividade de mineração

Da mesma forma que no uso industrial, para realizar as estimativas de **demandas de água** para atividade de extração mineral da bacia foi utilizada a metodologia desenvolvida pela ANA, descrita no Manual de Usos Consuntivos de Água no Brasil, que estima as vazões de retiradas com base nas quantidades das substâncias mineradas. Desta forma, foram utilizados dois valores de coeficientes de retirada: um de 40 l/tonelada para "extração de pedra, areia e argila", correspondendo aos materiais areia, arenito, argila, basalto, calcário, gnaisse e saibro; e outro de 6.250 l/tonelada para "extração de minerais não-metálicos – outros", que compreendeu os minerais quartzito e sienito. As quantidades de substâncias mineradas foram obtidas conforme a metodologia da caracterização da atividade minerária na bacia, apresentada no item 2.12.5 (Gráfico 62).



	UPG ALTO VACACAÍ	UPG MÉDIO VACACAÍ	UPG BAIXO VACACAÍ	UPG VACACAÍ-MIRIM	UPG SANTA BÁRBARA	UPG SÃO SEPÉ
SIENITO	-	-	-	1,68	-	-
SAIBRO	0,30	-	-	-	-	-
QUARTZITO	5,42	-	-	-	-	-
GNAISSE	2,76	-	-	-	-	-
CALCÁRIO CALCÍTICO	8,73	-	-	-	-	-
CALCÁRIO	34,60	-	-	-	-	-
BASALTO P/ BRITA	150,24	-	-	-	-	-
BASALTO	-	-	-	-	-	125,87
ARGILA	2,92	22,97	-	0,11	-	0,23
ARENITO	-	-	-	0,11	-	-
AREIA	25,67	151,94	46,87	-	0,15	5,97

Gráfico 62: Demanda por substância minerada em cada UPG (m³/dia)

A demanda total da bacia hidrográfica estimada para extração mineral foi de 0,0068 m³/s, distribuída nas UPGs conforme o Gráfico 63.

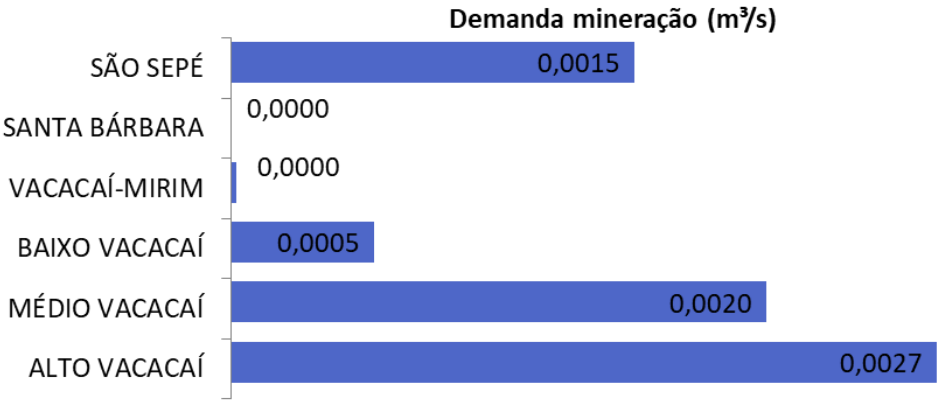


Gráfico 63: Demanda para atividade de mineração em cada UPG (m³/s).

Uma vez que não existem outorgas emitidas para a autorização do uso da água para fins

de mineração na bacia e os cadastros de uso da água não são compatíveis com a demanda hídrica para a produção minerária local estimada, apenas as respectivas relações de proporção da fonte hídrica para atendimento das demandas será utilizada para a estimativa de retiradas de água que será utilizada no balanço hídrico; conforme o Gráfico 42 do item 5.1.1 Usos de água regularizados, essa relação é de 33% da demanda hídrica para fins de mineração ser considerada como retirada em corpos hídricos superficiais. Para a estimativa das **retiradas para a mineração** (ou seja, as captações superficiais que serão consideradas no balanço hídrico), considerou-se esse percentual de registros de uso de água de natureza superficial multiplicado pelas demandas de água estimadas em cada UPG, resultando nos valores do Gráfico 64 .

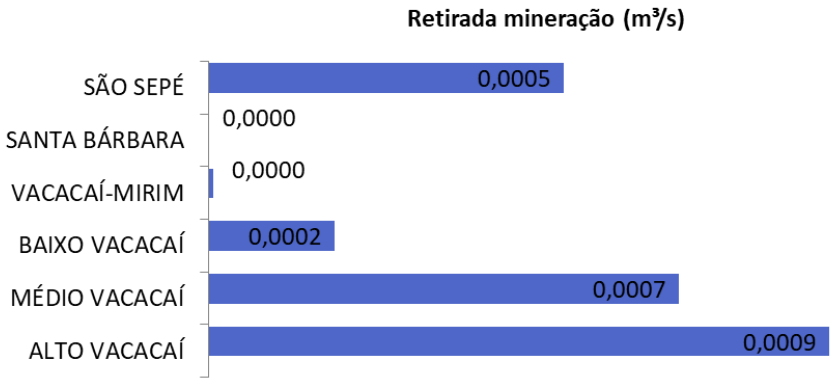


Gráfico 64: Retirada para atividade de mineração em cada UPG (m³/s).

Deve ser levado em consideração que nem toda a água captada para mineração é efetivamente consumida pelo processo. Uma porção da água retirada dos corpos hídricos retorna ao sistema hídrico em determinado momento, não necessariamente no mesmo local em que foi captada. Para a estimativa dos **consumos de água para a mineração** foi considerado um coeficiente de retorno de 75%[206], de modo que os valores de vazões consumidas na bacia são 25% do total retirado, resultando nos valores do Gráfico 65

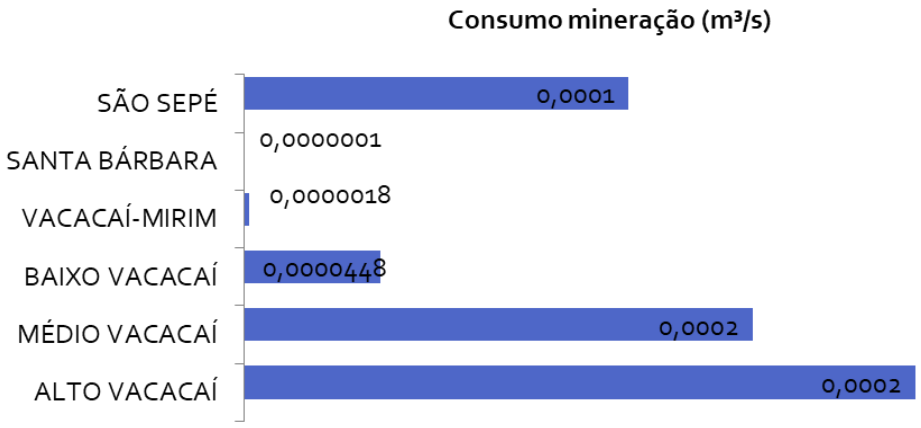


Gráfico 65: Consumo para atividade de mineração em cada UPG (m³/s).

[206] Manual de Usos Consuntivos de Água no Brasil (ANA, 2019)

5.4 Fontes poluidoras

As fontes poluidoras foram diferenciadas em fontes pontuais (lançamentos) e fontes difusas (poluição difusa). Para o caso das fontes poluidoras pontuais foram considerados os sistemas de esgotamento sanitário da área urbana dos municípios e de seus distritos e a atividade industrial, os quais possuem pontos específicos para o lançamento que puderam ser confirmados através dos usos regularizados para a finalidade de lançamento de efluentes. Para estes tipos de fonte é necessário definir as concentrações dos parâmetros conforme o tipo de efluente, além das vazões e dos pontos de lançamento destes efluentes. Para o caso das fontes poluidoras difusas foram consideradas as atividades agrícolas e pecuárias da bacia. Para estes tipos de fontes é necessário definir apenas as cargas de cada parâmetro conforme o tipo de efluente. Estas cargas foram distribuídas na bacia conforme a localização das classes de usos do solo consideradas para produção agrícola (Agricultura - Outras Lavouras; Mosaico de Agricultura e Pastagem) e criação animal (Formação Campestre / Pastagem; Mosaico de Agricultura e Pastagem). Para o caso das atividades de mineração, não foi considerada a estimativa de poluição em função da inexistência de dados referentes à destinação e caracterização dos efluentes.

Os parâmetros utilizados para caracterização dos efluentes de cada uma das fontes utilizadas na simulação da classificação da qualidade atual dos corpos hídricos seguiram a Resolução CONAMA nº 357/2005, conforme descrição a seguir:

DBO: é um importante parâmetro que, de modo indireto, indica a quantidade de matéria orgânica presente na água (principal causadora de problemas de poluição das águas). É utilizada na legislação para o estabelecimento de padrões de lançamento de efluentes e de manutenção de corpos receptores. Concentrações elevadas de matéria orgânica podem reduzir os níveis de oxigênio nas águas abaixo dos exigidos pela vida aquática[207].

Coliformes Termotolerantes: é um grupo de bactérias que estão presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos além de ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais. Este parâmetro, portanto, é utilizado para indicar a possibilidade de contaminação de origem fecal, mas não fornece garantia de que seja realmente uma contaminação originada por fezes humanas.

Nitrogênio: este elemento se alterna entre várias formas e estados de oxidação (Nitrogênio molecular, orgânico e amoniacal, nitrito e nitrato) como resultado de diversos processos bioquímicos. É um elemento indispensável para o crescimento de algas, podendo conduzir, em certas situações, à eutrofização de corpos hídricos. No processo de conversão da amônia em nitrato implica no consumo de Oxigênio do corpo d'água. Em esgotos domésticos brutos a fração nitrito e nitrato é desprezível.

Fósforo: usualmente este elemento pode ser separado, nos esgotos, em forma inorgânica (proveniente de detergentes e outros químicos domésticos) e em forma orgânica (de origem fisiológica). É um nutriente essencial para o crescimento de micro-organismos que fazem a estabilização da matéria orgânica e para o crescimento de algas. Em certas concentrações, assim como o nitrogênio, podem induzir ao processo de eutrofização dos

[207] *SABESP. 1997. Nota Técnica Interna. DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio: Método de Ensaio*

corpos hídricos.

5.4.1 Lançamentos de esgotamento sanitário

Conforme apresentado no item 2.13.2, o lançamento do esgotamento sanitário é interpretado com quatro possibilidades de sistema: com coleta e com tratamento; com coleta e sem tratamento; solução individual; sem coleta e sem tratamento. Para definir as **concentrações de lançamento** dos parâmetros DBO, Coliformes Termotolerantes, Nitrogênio e Fósforo, conforme o tipo de efluente, foram utilizados dados provenientes da FEPAM e dados de referencial bibliográfico, da seguinte forma:

- Para o sistema de esgotamento sanitário com coleta e com tratamento utilizou-se as concentrações de lançamento permitidas conforme cada ETE e que são definidas segundo critérios do órgão ambiental do estado (FEPAM).
- Para o sistema solução individual utilizou-se a eficiência de um modelo de fossa séptica retirado de referencial bibliográfico. A eficiência aplicada sobre o efluente bruto é de 30% de remoção sobre a DBO, 1 unidade logarítmica para Coliformes Termotolerantes, 35% de remoção sobre o Fósforo total e 30% sobre o Nitrogênio total.
- Para os sistemas sem coleta e sem tratamento (lançamento a céu aberto ou solução precária) e com coleta e sem tratamento considerou-se as concentrações de efluente bruto, retiradas de referencial bibliográfico[208], pois não há tratamento do efluente, mesmo quando coletado.

As concentrações utilizadas para cada sistema são apresentadas no Quadro 117.

Quadro 117: Concentrações de efluentes para cada tipo de sistema de esgotamento sanitário

Parâmetros	DBO (mg/l)	Coli (NMP/100ml)	Pt (mg/l)	Nt (mg/l)
COM COLETA E COM TRATAMENTO				
ETE Lorenzi	40	1E+03	1,0	17,9
ETE Siqueira	70	1E+05	2,2	27,5
ETE Santa Clara	100	1E+05	4,0	35,7
COM COLETA E SEM TRATAMENTO				
efluente bruto	300	1E+09	7,0	45,0
SOLUÇÃO INDIVIDUAL				
fossa séptica	210	1E+08	4,6	31,5
SEM COLETA E SEM TRATAMENTO				
efluente bruto	300	1E+09	7,0	45,0

Coli - Coliformes Termotolerantes; Pt - Fósforo Total; Nt - Nitrogênio Total.

Para o cálculo da **vazão dos efluentes** foi utilizado o coeficiente de retorno de 80% sobre a demanda de água. As demandas utilizadas para a aplicação do coeficiente de retorno são aquelas provenientes das outorgas de uso da água (validadas no item 5.3.1 Uso para

[208] VON SPERLING, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 4.ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014. 472 p.: v.1.;

abastecimento de água). Para o caso do município de Caçapava do Sul (que não capta água na bacia, mas que lança parte de seus efluentes dentro dela), foi utilizada uma parcela da demanda correspondente à proporção de área do município que drena para o interior da bacia hidrográfica. Para o caso do município de Santa Margarida do Sul e municípios em que o abastecimento provem parcial ou integralmente de fonte subterrânea (conforme consta no Quadro 47), ainda que a captação não seja em corpos hídricos superciais, os respectivos efluentes gerados são lançados em cursos hídricos e portanto foram acrescidas estas demandas subterrâneas para estimativa das vazões totais de efluentes domésticos gerados. As vazões tanto de demanda quanto de retorno dos efluentes são apresentadas no Quadro 118.

Quadro 118: Demanda e vazão efluente para cada um dos municípios que lança seus efluentes na bacia

Município	Demanda* (m³/s)	Vazão efluente (m³/s)
Caçapava do Sul	0,071	0,020
Formigueiro	0,010	0,008
Itaara	0,016	0,013
Restinga Sêca	0,036	0,029
Santa Maria	1,024	0,819
Santa Margarida do Sul	0,002	0,002
São Gabriel	0,146	0,117
São Sepé	0,057	0,045
Silveira Martins	0,010	0,008
Vila Nova do Sul	0,010	0,008
TOTAL	**1,383**	**1,070**

*Demanda superficial e subterrânea dos municípios que lançam seus efluentes na bacia.

A partir destas vazões de efluentes estimadas para cada um dos municípios, e utilizando as porcentagens de cada sistema de esgotamento sanitário definidas no item 2.13.2 Esgotamento Sanitário, foi possível obter as vazões de cada um dos sistemas que compõem cada um dos municípios conforme o Quadro 119. Destaca-se que para o sistema "com coleta e com tratamento", que se refere às ETEs na bacia, foram utilizadas as vazões fornecidas pelas licenças ambientais e pelas concessionárias e compatibilizando-as com as vazões calculadas para o sistema.

Quadro 119: Vazões de efluentes dos sistemas de esgotamento sanitário dos municípios que lançam seus efluentes na bacia

Municípios que lançam na Bacia	Vazão do esgotamento sanitário (m³/s)			
	COM COLETA E COM TRATAMENTO	COM COLETA E SEM TRATAMENTO	SOLUÇÃO INDIVIDUAL	SEM COLETA E SEM TRATAMENTO
Caçapava do Sul		0,0119	0,0015	0,0068
Formigueiro		0,0028	0,0005	0,0047
Itaara		0,0001	0,0073	0,0054
Restinga Sêca		0,0059	0,0096	0,0133
Santa Maria	0,550		0,1451	0,1246
Santa Margarida do Sul		0,0001	0,0012	0,0005

São Gabriel	0,020		0,0121	0,0852
São Sepé		0,0373	0,0031	0,0049
Silveira Martins		0,0022	0,0035	0,0023
Vila Nova do Sul		0,0061	0,0008	0,0011

Para a definição dos **pontos de lançamento** dos efluentes foram utilizados os dados do Atlas de Esgoto[209], os dados de licenciamento das ETEs e a delimitação dos setores censitários (urbano e rural) do IBGE. Com base nestas informações e com o auxílio do software *Google Earth* definiu-se a localização dos lançamentos ao longo da bacia. Os sistemas "solução individual" e "sem coleta e sem tratamento", apesar de serem fontes difusas de efluentes na sua essência, foram considerados como fontes pontuais de acordo com os respectivos adensamentos urbanos e levantamentos do Atlas de Esgotos. Importante ressaltar que todos os pontos definidos neste item podem não representar fielmente a localização exata dos lançamentos na bacia, mas são importantes para representar aproximadamente os locais de lançamentos para fins de modelagem hidrológica da influência em termos de poluição em nível de bacia hidrográfica

A Figura 75 e o Quadro 120 apresentam os pontos de lançamento de efluentes sanitários considerados nos municípios da bacia.

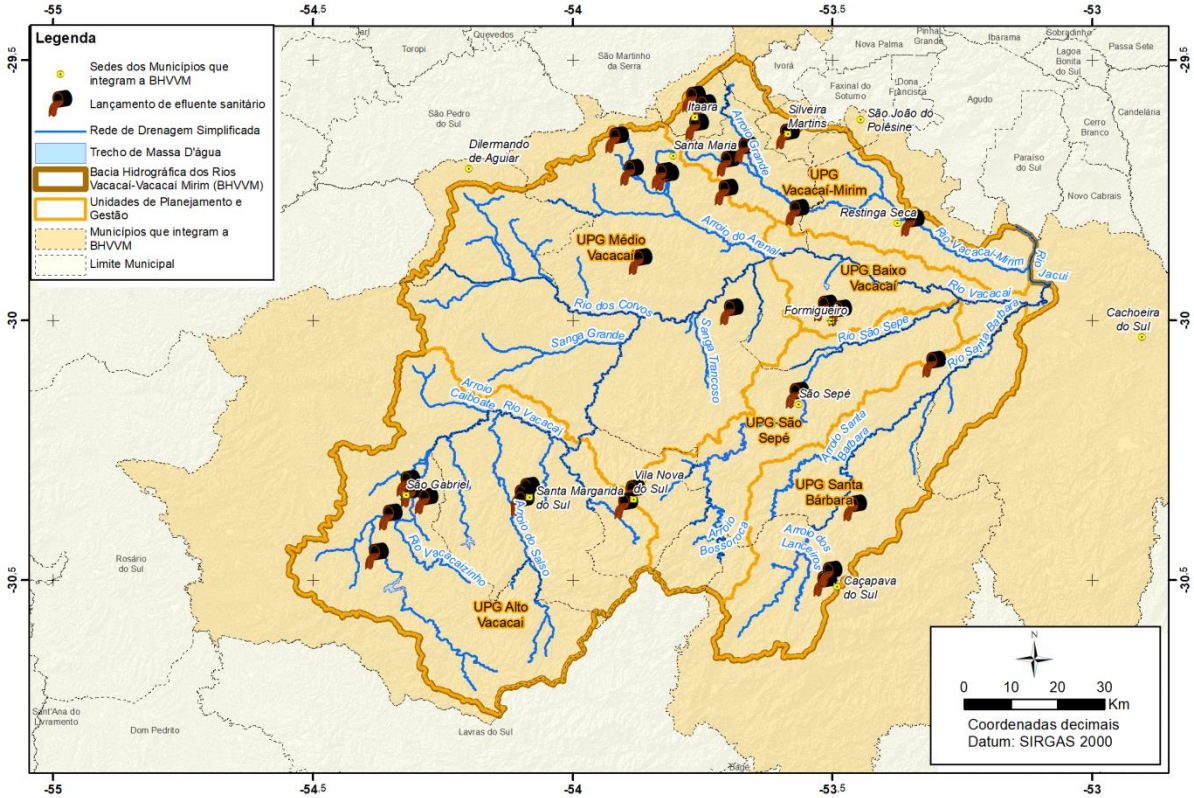


Figura 75: Localização dos pontos de lançamento de efluentes sanitários

[209] Agência Nacional de Águas. Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: ANA, 2017. 88 p. il. ISBN: 978-85-8210-050-9. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASeESGOTOSDespoluicaodeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo_livro.pdf

Quadro 120: Localização dos pontos de lançamento dos efluentes na bacia

Ponto de Lançamento	Município	Coordenadas	
		Latitude	Longitude
1	Caçapava do Sul	-30,5055	-53,5137
2	Caçapava do Sul	-30,4882	-53,5033
3	Caçapava do Sul - Distrito Forninho	-30,3602	-53,4558
4	Formigueiro	-29,9760	-53,5132
5	Formigueiro	-29,9855	-53,4854
6	Itaara	-29,5742	-53,7661
7	Itaara	-29,5912	-53,7460
8	Itaara	-29,6281	-53,7599
9	Restinga Sêca	-29,8132	-53,3452
10	Santa Maria - ETE Lorenzi	-29,7258	-53,8180
11	Santa Maria	-29,7220	-53,8250
12	Santa Maria	-29,7153	-53,8862
13	Santa Maria	-29,6976	-53,7001
14	Santa Maria - Distrito Arroio do Só	-29,7930	-53,5671
15	Santa Maria - Distrito Arroio Grande	-29,6721	-53,6659
16	Santa Maria - Distrito Boca do Monte	-29,6525	-53,9143
17	Santa Maria - Distrito Pains	-29,7536	-53,7043
18	Santa Maria - Distrito Santa Flora	-29,8869	-53,8688
19	Santa Margarida do Sul	-30,3266	-54,0857
20	Santa Margarida do Sul	-30,3394	-54,0960
21	Santa Margarida do Sul	-30,3505	-54,0965
22	São Gabriel - ETE Siqueira	-30,3342	-54,3077
23	São Gabriel	-30,3130	-54,3164
24	São Gabriel - Distrito Tiaraju	-30,3478	-54,2810
25	São Gabriel - ETE Santa Clara	-30,3782	-54,3500
26	São Gabriel - Distrito Vacacaí	-30,4534	-54,3764
27	São Sepé	-30,1434	-53,5673
28	São Sepé - Distrito Jazidas	-30,0843	-53,3045
29	São Sepé - Distrito Vila Block	-29,9841	-53,6936
30	Silveira Martins	-29,6452	-53,5853
31	Vila Nova do Sul	-30,3312	-53,8827
32	Vila Nova do Sul	-30,3561	-53,8975

5.4.2 Lançamentos da atividade industrial

Da mesma forma como ocorre na parte de demanda de água industrial, na estimativa da carga de poluentes lançados pelas atividades industriais da bacia há duas metodologias distintas que podem ser empregadas. Uma delas é baseada totalmente em cálculos estimativos teóricos, na qual são utilizados referenciais bibliográficos para determinar a

concentração dos poluentes e coeficientes de retorno disponíveis na literatura para estimar a vazão dos efluentes. Este método é muito útil de ser aplicado quando não há informações suficientes disponíveis.

No entanto, para este plano de bacia foi possível obter dados de licenciamento ambiental com as características dos efluentes lançados pelas principais indústrias da região. Assim, optou-se pela metodologia que se baseia na coleta e utilização direta das informações disponíveis para compor o perfil das fontes poluidoras industriais. Neste estudo, a fonte dos dados foi o Sistema de Automonitoramento de Efluentes Líquidos Industriais (SISAUTO), implementado pela FEPAM como forma de controle e acompanhamento periódico dos sistemas de tratamento de efluentes líquidos industriais licenciados em operação. Assim, por meio de consulta a este sistema em agosto/2020, foram extraídas as seguintes informações:

- Empreendimentos cadastrados com atividade industrial e ponto de lançamento em corpo hídrico ou rede pública;
- Localização do ponto de lançamento (latitude e longitude);
- Vazão máxima diária dos efluentes;
- Concentração máxima autorizada dos parâmetros DBO_5, Coliformes termotolerantes, Fósforo total, Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) e Nitrogênio amoniacal.

A partir disso, é possível observar, conforme mostra o Gráfico 66, que a UPG Vacacaí-Mirim concentra a maior parte da **vazão de lançamentos** das indústrias da bacia. A fabricação de produtos alimentícios é o segmento industrial que mais contribui em termos de vazão de efluente (0,060 m³/s), seguido pela fabricação de bebidas (0,0104 m³/s); e os demais tipos de indústria totalizam 0,0002 m³/s de efluentes gerados.

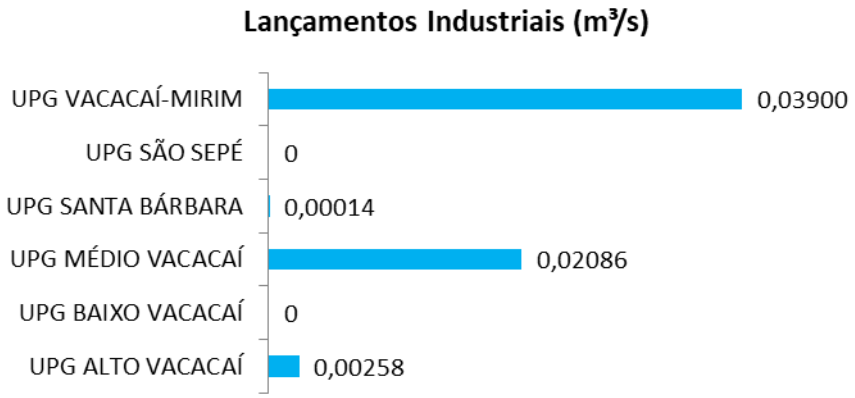


Gráfico 66: Vazões dos lançamentos industriais em cada UPG (m³/s).

No Quadro 121, a seguir, são mostradas todas as informações coletadas, incluindo a atividade econômica dos empreendimentos e os **pontos de lançamentos**. Estes mesmos dados foram utilizados na modelagem qualitativa deste plano de bacia, que será apresentada

nos capítulos posteriores. Aqui é importante observar que são mostrados os valores de **concentração** máxima permitida dos lançamentos para os parâmetros físico-químicos selecionados, pois optou-se por empregar uma abordagem mais conservadora e segura nos estudos de modelagem, uma vez que a variabilidade diária das características dos efluentes é muito grande, porém dificilmente ultrapassa os limites estabelecidos, conforme as informações consultadas.

Quadro 121: Dados dos lançamentos de efluentes provenientes de atividades industriais na bacia

UPGs	Empreendimento	Atividade Econômica	Coordenadas		Vazão máxima (m^3/s)	Concentração máxima				
			Lat.	Long.		DBO_5 (mg/l)	Coliformes(NMP/100 ml)	P total (mg/l)	NTK (mg/l)	N amoniacal (mg/l)
Alto Vacacaí	Santamate Ind. e Comércio Ltda.	Fabricação de bebidas	-29,78	-53,78	0,00255	110	10^4	3	20	-
	Panifício Mallet Ltda.	Fabricação de produtos alimentícios	-29,68	-53,87	0,00003	120	10^4	4	-	20
Médio Vacacaí	Frigorífico Silva Ind. e Com. Ltda.	Fabricação de produtos alimentícios	-29,78	-53,78	0,01157	70	10^4	2	-	20
	Idema Peças e Máquinas Agrícolas Ltda.	Fabricação de máquinas e equipamentos	-29,69	-53,74	0,00006	120	10^5	4	-	20
	CVI Refrigerantes Ltda.	Fabricação de bebidas	-29,69	-53,87	0,00797	80	10^5	3	-	20
	Adolfo Cezar Martins	Fabricação de produtos alimentícios	-29,75	-53,81	0,00046	120	10^5	4	-	20
	Raphael Vanhove e Filhos Ltda.	Fabricação de produtos alimentícios	-30,34	-54,30	0,00089	150	10^5	4	20	20
Santa Bárbara	Abatedouro de Aves Pereira Ltda.	Fabricação de produtos alimentícios	-30,44	-53,41	0,00013	180	10^5	4	20	-
	Sociedade Vicente Pallotti	Impressão e reprodução de gravações	-29,70	-53,83	0,00002	120	10^4	4	-	20
Vacacaí-Mirim	Frigorífico Foresta Ltda.	Fabricação de produtos alimentícios	-30,42	-54,37	0,00185	110	10^4	3	20	20
	Marfrig Global Foods S.A.	Fabricação de produtos alimentícios	-30,37	-54,35	0,03704	60	10^4	2	-	20
	Metalúrgica Hunninghausen Ltda.	Metalurgia	-29,68	-53,87	0,00012	120	10^5	4	-	20

Coliformes termotolerantes; P total = Fósforo total; NTK = Nitrogênio Kjeldahl Total; N amoniacal = Nitrogênio amoniacal.

5.4.3 *Poluição difusa da produção agrícola*

Para realizar a estimativa da poluição proveniente da produção agrícola foram utilizados os quantitativos de hectares para as classes de uso do solo "Soja", "Outras lavouras temporárias", "Mosaico de Agricultura e Pastagem" e "Floresta Plantada", apresentadas no item 2.7 Solos.

As cargas poluidoras por hectare foram fornecidas por referencial bibliográfico. Para as cargas da classe "floresta plantada", por assemelharem-se mais com uma floresta do que propriamente com uma atividade agrícola, foram utilizados valores representativos de vegetação florestal. O Quadro 122 apresenta as cargas por hectare dos parâmetros DBO, Coliformes Termotolerantes, Fósforo Total e Nitrogênio Total, para as classes de uso do solo consideradas.

Quadro 122: Cargas por hectare para cada classe de uso do solo

Classe de uso do solo	Parâmetros[1]			
	DBO (Kg/ha.dia)	Coli[2] (NMP/ha.dia)	Ptotal[2] (Kg/ha.dia)	Ntotal[2] (Kg/ha.dia)
Soja, Outras lavouras temporárias e Mosaico de agricultura e pastagem	0,048	$6,88 \times 10^{10}$	0,002	0,018
Floresta Plantada	0,012	não se aplica	0,001	0,022

[1] Valores adaptados de LIMA, L.T. M. Simulação da Qualidade da Água em uma Bacia Hidrográfica: Aplicação a Bacia do Rio Curu (CE). Porto Alegre: 1998. Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS.

[2] Coli.- Coliformes Termotolerantes, Ptotal – Fósforo total e Ntotal – Nitrogênio total.

No Quadro 123 são apresentadas as cargas dos parâmetros calculados para a produção agrícola nas UPGs da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim.

Quadro 123: Cargas dos parâmetros por UPG da produção agrícola

UPG	DBO (kg/dia)	Coliformes Termotolerantes (NMP/dia)	Fósforo Total (kg/dia)	Nitrogênio Total (kg/dia)
Alto Vacacai	3.823	5,32E+15	203	1.594
Médio Vacacaí	5.595	7,99E+15	289	2.130
Baixo Vacacaí	1.138	1,63E+15	59	430
Santa Bárbara	1.855	2,63E+15	96	723
São Sepé	2.136	3,02E+15	111	840
Vacacaí-Mirim	2.098	3,00E+15	108	795
Total	**16.645**	**2,36E+16**	**866**	**6.512**

5.4.4 *Poluição difusa da criação animal*

Para realizar a estimativa da poluição proveniente da criação animal foram utilizados os quantitativos do número de animais apresentados no item 2.12.3 Criação

animal e as cargas dos parâmetros fornecidas por referencial bibliográfico. Para os bubalinos e equinos foram utilizadas as mesmas cargas de bovinos, para codornas as mesmas de galináceos e para caprinos, as mesmas de ovinos.

O Quadro 124 apresenta as cargas dos parâmetros usados para criação de animais da bacia.

Quadro 124: Carga dos parâmetros para as criações animais

Criação animal	Parâmetros[1]			
	DBO (Kg/cab.dia)	Coli[2] (NMP/cab.dia)	Ptotal[2] (Kg/cab.dia)	Ntotal[2] (Kg/cab.dia)
Bovinos	0,430	$5,4 \times 10^9$	0,033	0,164
Bubalinos	0,430	$5,4 \times 10^9$	0,033	0,164
Equinos	0,430	$5,4 \times 10^9$	0,033	0,164
Ovinos	0,068	$1,8 \times 10^{10}$	0,027	0,011
Caprinos	0,068	$1,8 \times 10^{10}$	0,027	0,011
Suínos	0,170	$8,9 \times 10^9$	0,006	0,020
Galináceos	0,010	$2,4 \times 10^8$	0,000	0,010
Codornas	0,010	$2,4 \times 10^8$	0,000	0,010

[1] Valores adaptados de: Plano da Bacia Hidrográfica do Camaquã, 2016; Plano da Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba,2016; Plano de Bacia do Rio Caí, 2008 e Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul, 2010.

[2] Coli.- Coliformes Termotolerantes, Ptotal – Fósforo total e Ntotal – Nitrogênio total.

No Quadro 125 são apresentadas as cargas dos parâmetros calculados para a criação animal nas UPGs da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim.

Quadro 125: Cargas dos parâmetros por UPG da criação animal

UPG	DBO (kg/dia)	Coliformes Termotolerantes (NMP/dia)	Fósforo Total (kg/dia)	Nitrogênio Total (kg/dia)
Alto Vacacai	77.270	2,00E+15	7.158	28.690
Médio Vacacaí	87.869	1,82E+15	7.542	32.986
Baixo Vacacaí	18.390	3,02E+14	1.471	6.967
Santa Bárbara	38.332	9,17E+14	3.434	14.319
São Sepé	36.012	7,54E+14	3.087	13.437
Vacacaí-Mirim	19.662	3,61E+14	1.595	7.470
Total	**277.536**	**6,15E+15**	**24.287**	**103.868**

5.5 Síntese dos usos de água e fontes poluidoras

5.5.1 Resumo dos usos de água

Este capítulo tem como objetivo apresentar o resumo dos usos de água na BHVVM, com vistas a sintetizar as demandas que são efetivadas por retiradas em água superficial ou no consumo efetivo dessas retiradas, para integração no balanço hídrico e nos

indicadores de escassez. Com isso, foi possível identificar dois períodos principais relacionado aos usos de água na bacia: o mês de novembro como sendo o período crítico (maiores retiradas hídricas); e o período entre abril e julho como o período confortável (menores retiradas hídricas), sendo considerado o mês de julho como referência para apresentar os resultados para o período confortável.

Conforme já apresentado, as demandas evidenciam a totalidade de necessidade hídrica para atendimento dos usos das principais finalidades da bacia. Essas demandas prioritárias foram para atendimento ao uso agrícola (em especial para irrigação de arroz), criação animal, abastecimento e atividades industriais e de mineração. A Figura 76 apresenta a espacialização da proporção dessas demandas para cada UPG, para o mês de julho, o qual foi identificado como um mês representativo da menor demanda por água. Já a Figura 77 apresenta a mesma informação, mas para o mês de novembro, que, apesar de ser o segundo maior em termos de demanda (o maior seria dezembro), foi o mês indicado como mais crítico para o balanço hídrico.

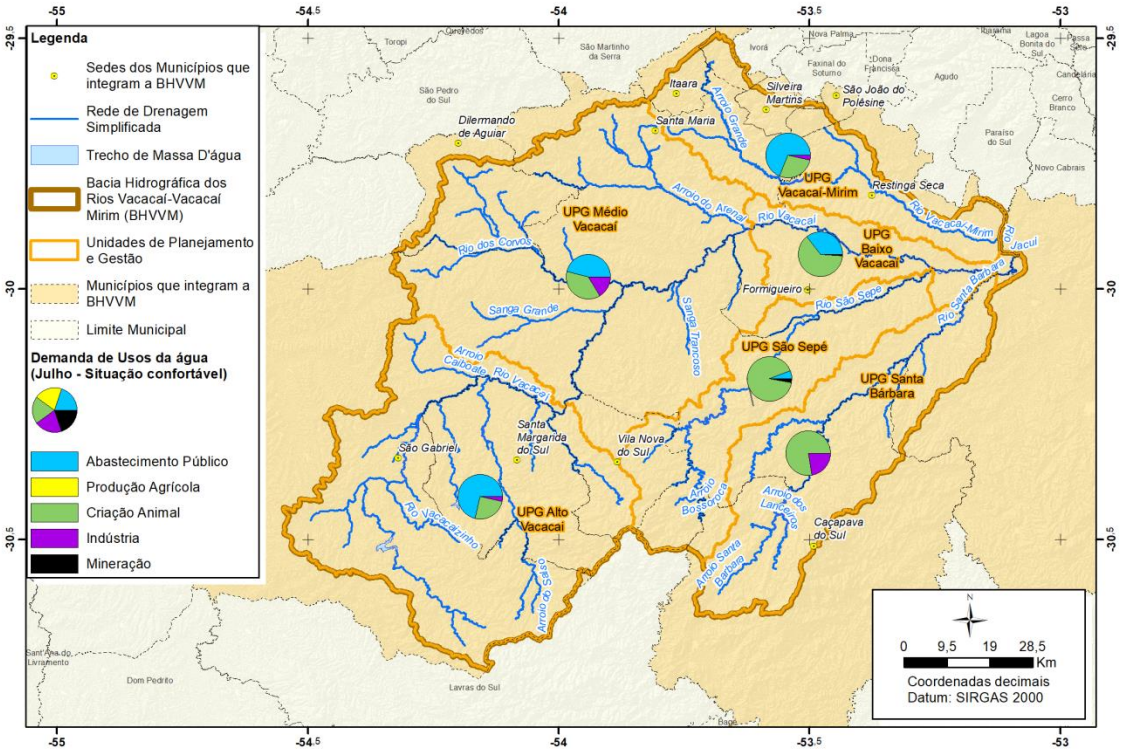


Figura 76: Proporção da demanda de água por finalidade para cada UPG no mês de julho (menor demanda total) na BHVVM

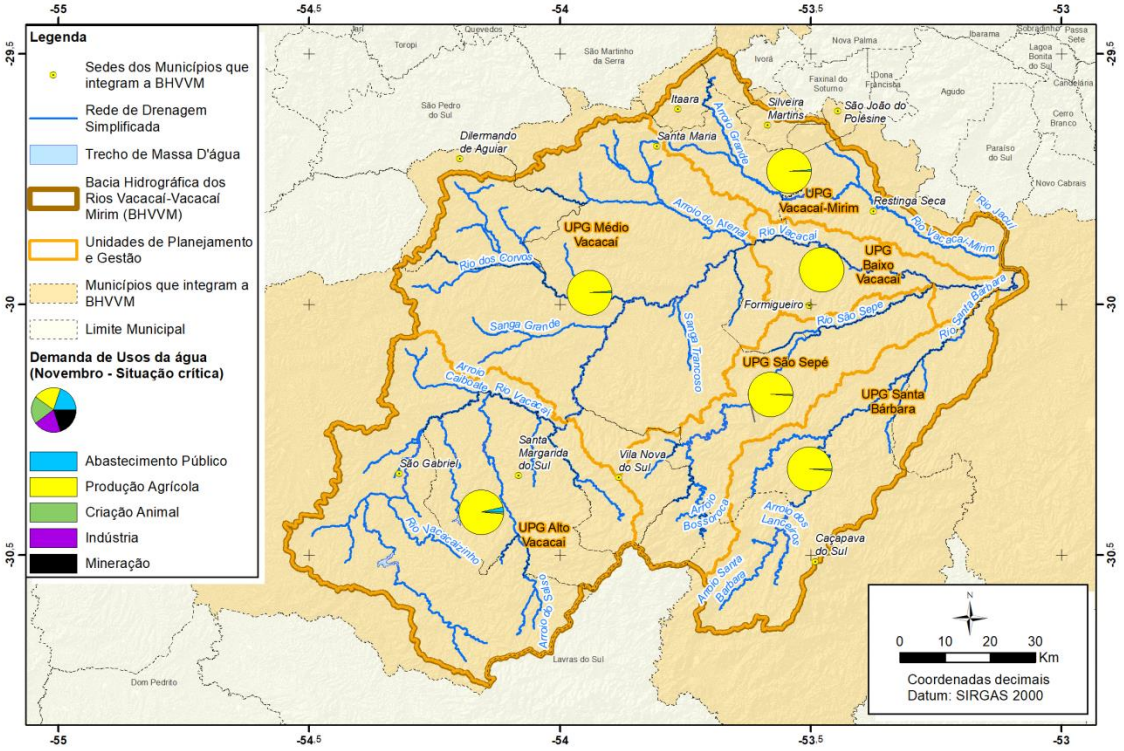


Figura 77: Proporção da demanda de água por finalidade para cada UPG no mês de novembro (segunda maior demanda total) na BHVVM

Percebe-se claramente a diferença na composição de demandas nos diferentes meses, alternando o predomínio de demanda agrícola (vinculada principalmente ao cultivo irrigado do arroz) no mês de novembro e o abastecimento no mês de julho. O Quadro 126 apresenta as demandas totais ao longo dos meses do ano, com destaque para os meses de julho (menor demanda) e novembro, e a média anual por UPG.

Quadro 126: Demanda mensal, total e média anual para cada UPG

Demandas (m³/s)	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média Anual
Alto Vacacai	11,70	12,55	3,39	0,43	0,43	0,43	0,43	0,44	0,49	0,48	8,38	13,73	**4,41**
Médio Vacacaí	17,08	18,41	4,70	0,32	0,32	0,32	0,32	0,34	0,38	0,38	12,27	20,24	**6,26**
Baixo Vacacaí	6,24	6,83	1,58	0,04	0,04	0,04	0,04	0,09	0,11	0,10	4,81	7,73	**2,31**
Santa Bárbara	4,89	5,35	1,29	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,11	0,11	3,71	5,98	**1,82**
São Sepé	6,00	6,62	1,54	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	4,63	7,45	**2,22**
Vacacaí-Mirim	8,19	8,82	2,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,25	0,28	0,28	6,26	10,02	**3,05**
Total	**54,11**	**58,57**	**14,60**	**1,01**	**1,01**	**1,01**	**1,01**	**1,26**	**1,44**	**1,42**	**40,06**	**65,15**	**20,05**

A composição das demandas para o mês de julho está apresentada no Gráfico 67, onde se percebe o predomínio das retiradas para criação animal e abastecimento público; já o Gráfico 68 representa essa composição para o mês de novembro, com demandas amplamente utilizada para agricultura.

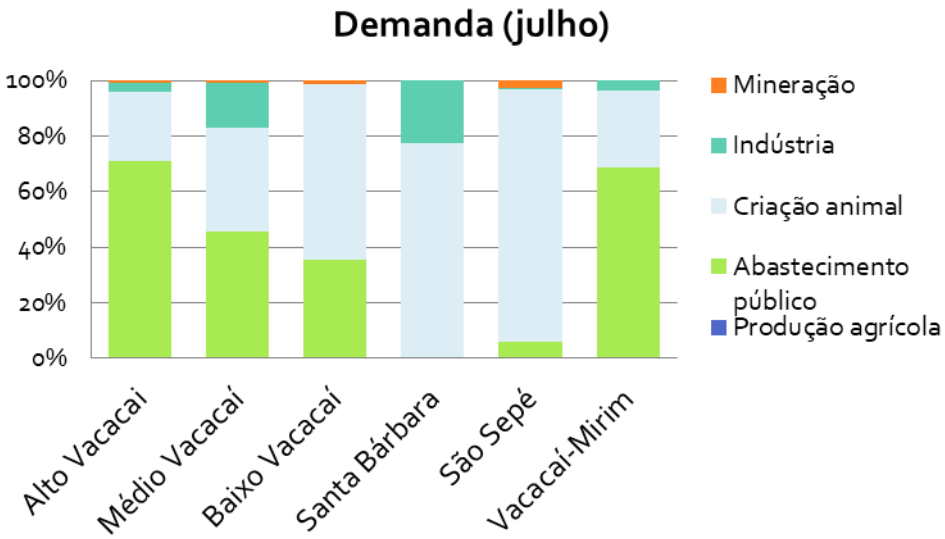


Gráfico 67: Proporção das demandas de água por finalidade para cada UPG no mês de julho (situação confortável)

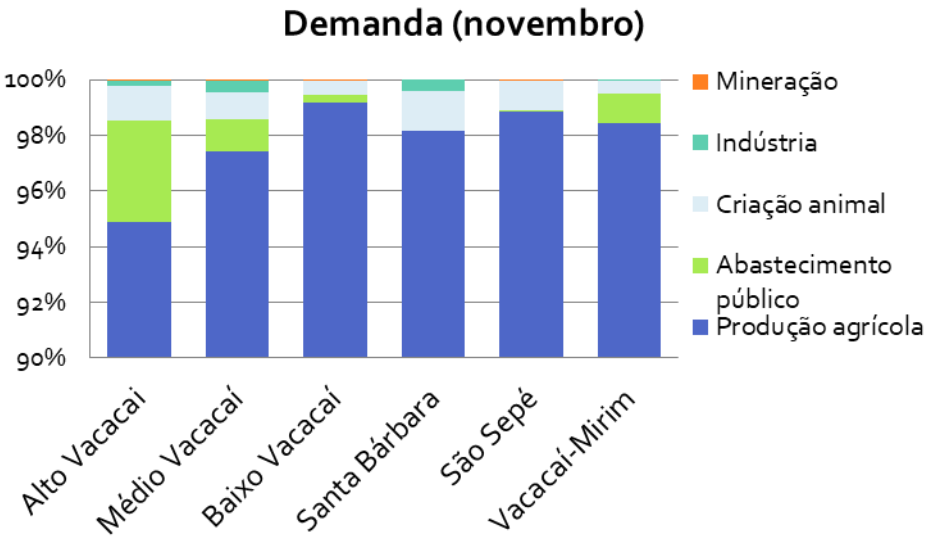


Gráfico 68: Proporção das demandas de água por finalidade para cada UPG no mês de novembro (situação crítica)

Na sequencia são apresentadas as retiradas e consumos totais na bacia. O Quadro 127 apresenta as retiradas totais, também com destaque para os meses de julho e novembro, bem como a média anual. Percebe-se que em função do enchimento das

quadras de irrigação de arroz na região ocorrer no mês de novembro, este é o mês com maior retirada (e consequentemente consumo) ainda que as maiores demandas ocorram no mês de dezembro.

Quadro 127: Retirada mensal, total e média anual para cada UPG

Retiradas (m³/s)	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média Anual
Alto Vacacai	3,38	2,99	0,94	0,53	0,24	0,24	0,24	0,24	0,53	1,77	4,32	3,67	**1,59**
Médio Vacacaí	5,18	4,81	1,91	0,16	0,16	0,14	0,14	0,16	0,16	1,06	6,62	4,99	**2,13**
Baixo Vacacaí	10,71	4,69	0,18	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,47	10,19	10,70	**3,09**
Santa Bárbara	2,34	2,22	0,53	0,12	0,08	0,06	0,06	0,08	0,08	0,34	1,70	2,32	**0,83**
São Sepé	4,21	3,88	1,29	0,78	0,78	0,12	0,12	0,78	0,78	1,25	4,57	4,27	**1,90**
Vacacaí-Mirim	12,39	11,60	4,18	1,12	1,04	0,72	0,58	0,66	0,86	3,28	13,26	12,81	**5,21**
Total	**38,21**	**30,18**	**9,03**	**2,73**	**2,32**	**1,30**	**1,16**	**1,94**	**2,43**	**8,16**	**40,66**	**38,76**	**14,74**

A composição das retiradas para o mês de julho está apresentada no Gráfico 69, onde se percebe o predomínio das retiradas para criação animal e abastecimento público; já o Gráfico 70 representa essa composição para o mês de novembro, com as maiores retiradas do ano, amplamente utilizada para agricultura.

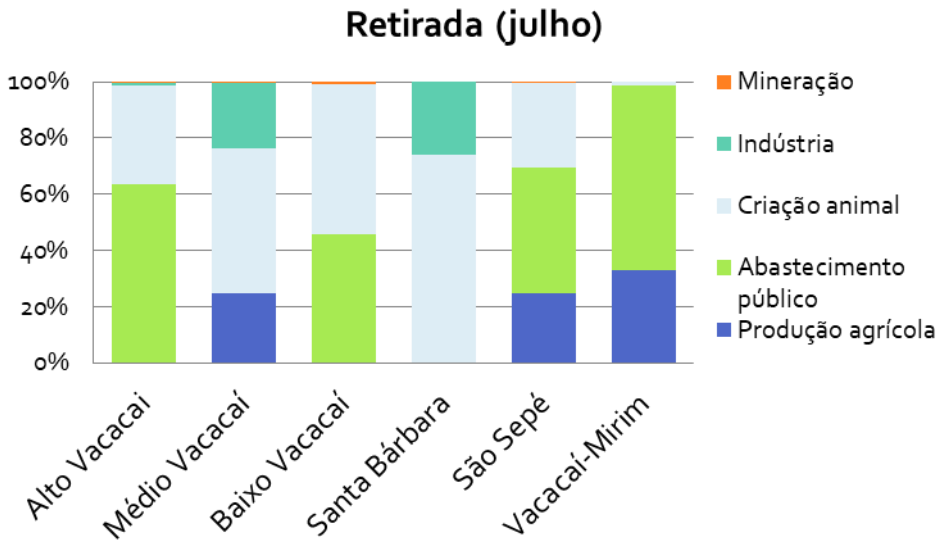


Gráfico 69: Proporção das retiradas de água por finalidade para cada UPG no mês de julho (situação confortável)

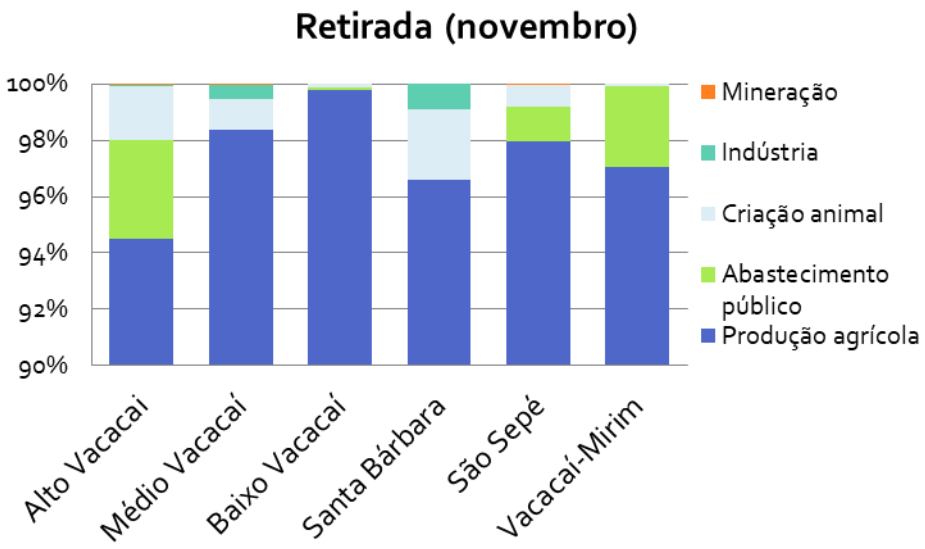


Gráfico 70: Proporção das retiradas de água por finalidade para cada UPG no mês de novembro (situação crítica)

Da mesma forma, o Quadro 128 apresenta os consumos totais e, ainda que representando menores quantidades de água quando comparados com as demandas e retiradas, também se destacam os meses de julho (como menor consumo) e novembro (como maior consumo).

Quadro 128: Consumo mensal, total e média anual para cada UPG

Consumos (m³/s)	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média Anual
Alto Vacacai	2,61	2,30	0,66	0,33	0,10	0,10	0,10	0,10	0,33	1,32	3,36	2,84	**1,18**
Médio Vacacaí	4,12	3,83	1,51	0,11	0,11	0,09	0,09	0,11	0,11	0,82	5,27	3,97	**1,68**
Baixo Vacacaí	8,56	3,74	0,14	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,37	8,15	8,56	**2,47**
Santa Bárbara	1,86	1,77	0,42	0,09	0,06	0,04	0,04	0,06	0,06	0,26	1,35	1,85	**0,65**
São Sepé	3,34	3,07	1,00	0,59	0,59	0,06	0,06	0,59	0,59	0,96	3,62	3,38	**1,49**
Vacacaí-Mirim	9,68	9,05	3,11	0,67	0,60	0,35	0,24	0,30	0,46	2,40	10,38	10,02	**3,94**
Total	**30,18**	**23,76**	**6,84**	**1,80**	**1,47**	**0,65**	**0,54**	**1,17**	**1,56**	**6,14**	**32,14**	**30,62**	**11,40**

A composição desse consumo nos meses está identificada no Gráfico 71 (julho) e no Gráfico 72 (novembro).

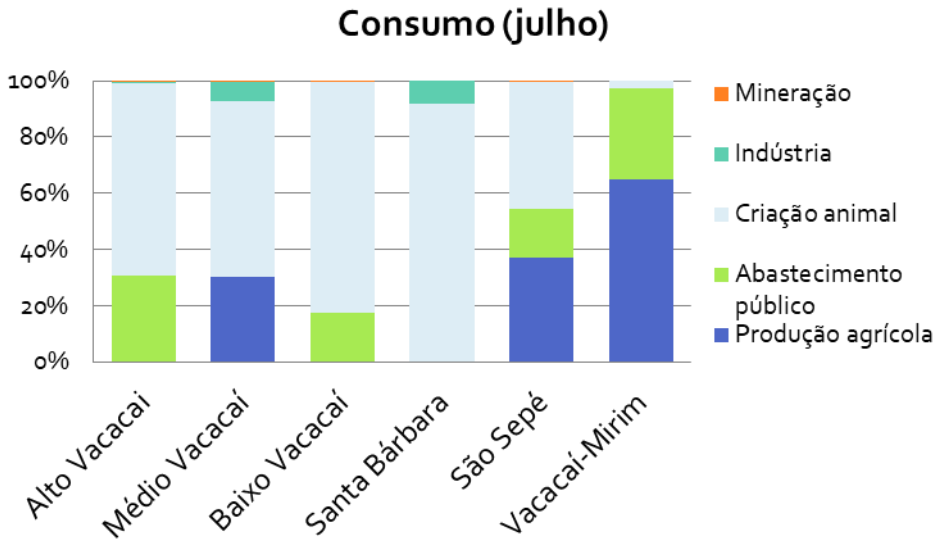


Gráfico 71: Proporção dos consumos de água por finalidade para cada UPG no mês de julho (situação confortável)

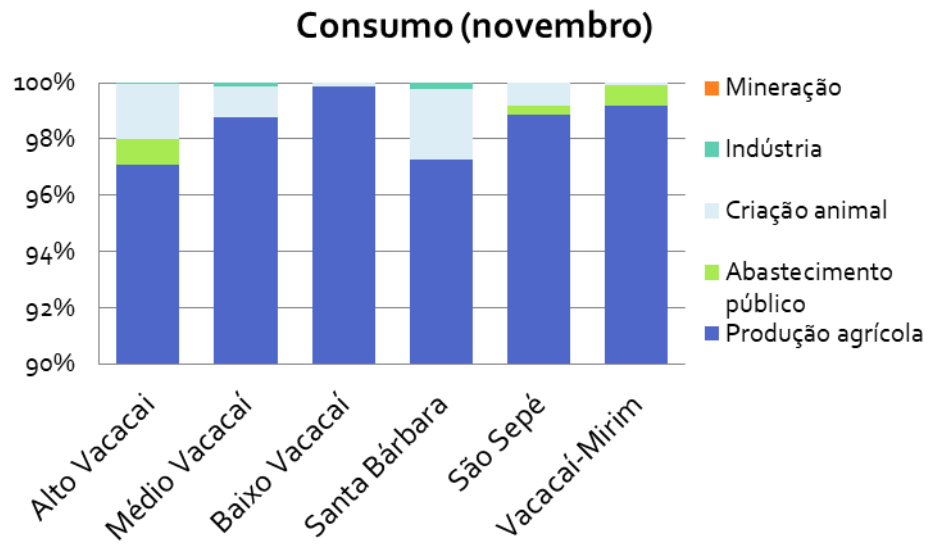


Gráfico 72: Proporção dos consumos de água por finalidade para cada UPG no mês de novembro (situação crítica)

Por fim, o Gráfico 73 representa as relações entre demanda, retirada e consumo hídrico médios na bacia do Vacacaí – Vacacaí-Mirim, com as respectivas proporções por UPG.

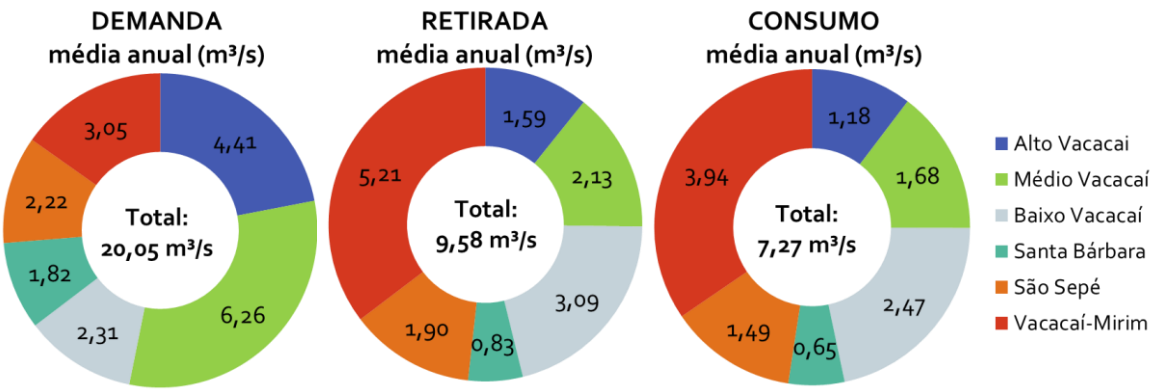


Gráfico 73: Demanda, retirada e consumo médios em m³/s e respectivas proporções por UPG

5.5.2 Resumo das fontes poluidoras

Este item tem como objetivo apresentar o resumo das fontes poluidoras na BHVVM, com vistas a sintetizar os lançamentos que são efetuados seja de forma pontual (como o esgotamento sanitário e indústrias), seja por poluição difusa (produção agrícola e criação animal). O Quadro 129 apresenta as características dos lançamentos pontuais, sendo as vazões e concentrações dos parâmetros de lançamento retirados das informações de licenciamento ambiental das Estações de Tratamento de Esgotos e das indústrias locais. Já o Quadro 130 apresenta os parâmetros de poluição difusa inerente às atividades de produção agrícola e criação animal, com base na distribuição dessas atividades conforme o mapeamento de uso do solo e concentrações dos parâmetros retirados da bibliografia consolidada.

Com base nas vazões totais autorizadas de lançamento de efluentes (aproximadamente 1,12 m³/s), percebe-se no Gráfico 74 que grande parte da vazão é destinada à UPG Médio Vacacaí, sendo que a atividade de esgotamento sanitário é a que mais contribui em termos de vazão.

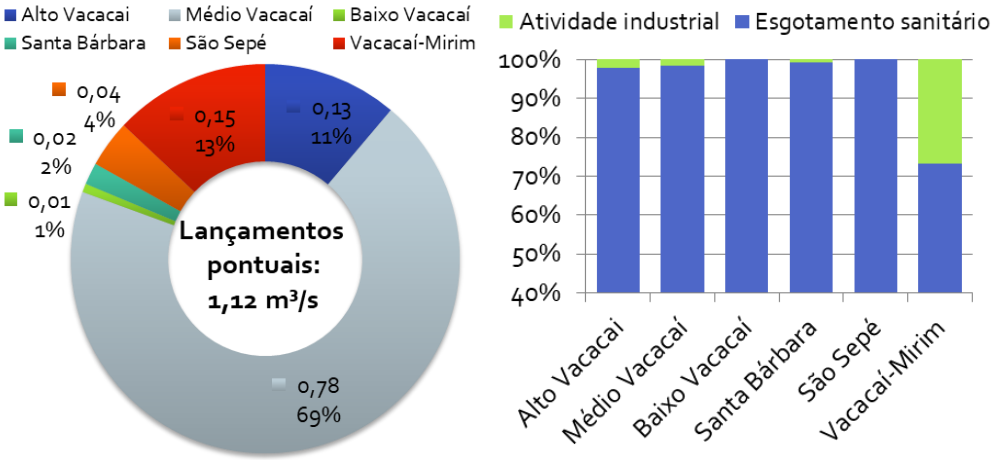


Gráfico 74: Composição das vazões de lançamentos conforme atividade e UPG

Quadro 129: Resumo dos lançamentos pontuais por UPG conforme parâmetros

	Esgotamento sanitário					Atividade industrial				
UPG	Vazão (m³/s)	DBO (kg/dia)	Coliformes (NMP/dia)	Fósforo (kg/dia)	Nitrogênio (kg/dia)	Vazão (m³/s)	DBO (kg/dia)	Coliformes (NMP/dia)	Fósforo (kg/dia)	Nitrogênio (kg/dia)
Alto Vacacai	0,1230	41.668	1,01E+15	977	6613	0,0026	51	4,45E+07	2	9
Médio Vacacaí	0,7674	183.658	4,84E+15	4.220	28.335	0,0125	368	2,27E+09	0	65
Baixo Vacacaí	0,0080	1.120	2,90E+13	26	168	0,0000	0	0,00E+00	0	0
Santa Bárbara	0,0203	3.892	1,09E+14	90	584	0,0001	4	1,38E+07	0	1
São Sepé	0,0440	3.079	7,98E+13	71	462	0,0000	0	0,00E+00	0	0
Vacacaí-Mirim	0,1068	44.847	1,16E+15	1.027	6.727	0,0390	977	4,04E+09	0	202
Total	1,0695	278.264	7,23E+15	6.410	42.888	0,0542	1.400	6,37E+09	2	277

Quadro 130: Resumo dos lançamentos difusos por UPG conforme parâmetros

	Produção agrícola				Criação animal			
UPG	DBO (kg/dia)	Coliformes (NMP/dia)	Fósforo (kg/dia)	Nitrogênio (kg/dia)	DBO (kg/dia)	Coliformes (kg/dia)	Fósforo (kg/dia)	Nitrogênio (kg/dia)
Alto Vacacai	4	5,32E+15	203	2	77	2,00E+15	7	29
Médio Vacacaí	6	7,99E+15	289	2	88	1,82E+15	8	33
Baixo Vacacaí	1	1,63E+15	59	430	18	3,02E+14	1	7
Santa Bárbara	2	2,63E+15	96	723	38	9,17E+14	3	14
São Sepé	2	3,02E+15	111	840	36	7,54E+14	3	13
Vacacaí-Mirim	2	3,00E+15	108	795	20	3,61E+14	2	7
Total	17	2,36E+16	866	2792	278	6,15E+15	24	104

A seguir, estão apresentadas as características e proporções dos parâmetros dos lançamentos pontuais e poluição difusa na bacia hidrográfica. No Gráfico 75 está indicada a proporção da carga total de DBO lançada na bacia (aproximadamente 280 mil kg/dia) conforme as Unidades de Planejamento e Gestão; percebe-se que a UPG Médio Vacacaí representa 66% de toda a carga de DBO, e que o esgotamento sanitário é a principal atividade que contribui para esse parâmetro.

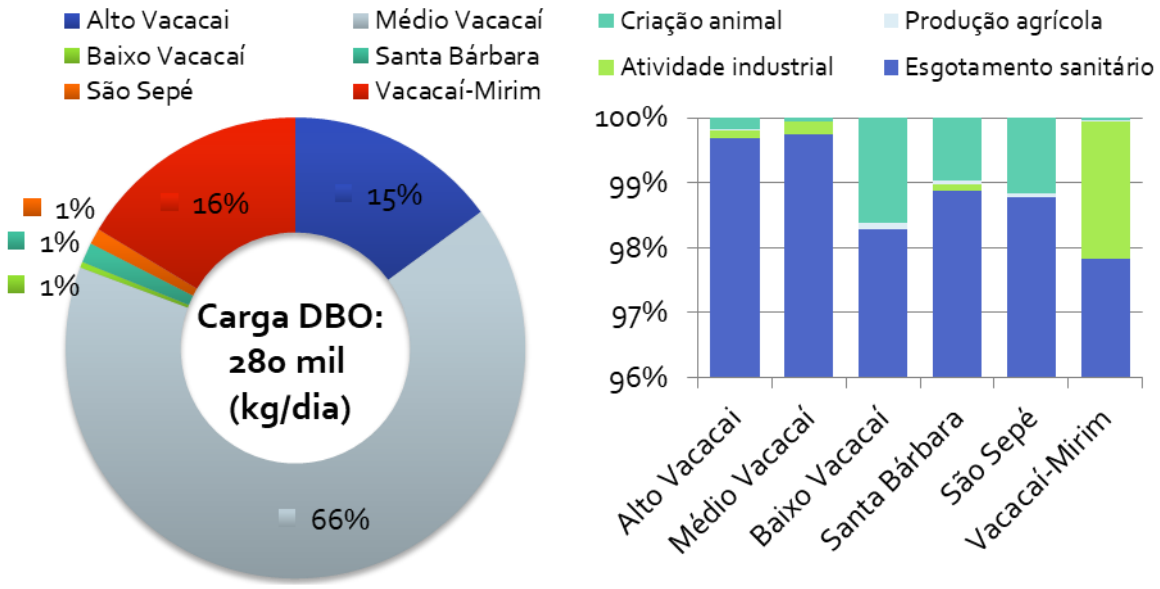


Gráfico 75: Composição da carga de DBO de lançamentos conforme atividade e UPG

No Gráfico 76 está indicada a proporção da carga total de Coliformes lançada na bacia (aproximadamente 3,7 x 10^{16} NPM/dia) conforme as Unidades de Planejamento e Gestão; percebe-se que a UPG Médio Vacacaí representa 40% de toda a carga de Coliformes, e que a produção agrícola é a principal atividade que contribui para esse parâmetro.

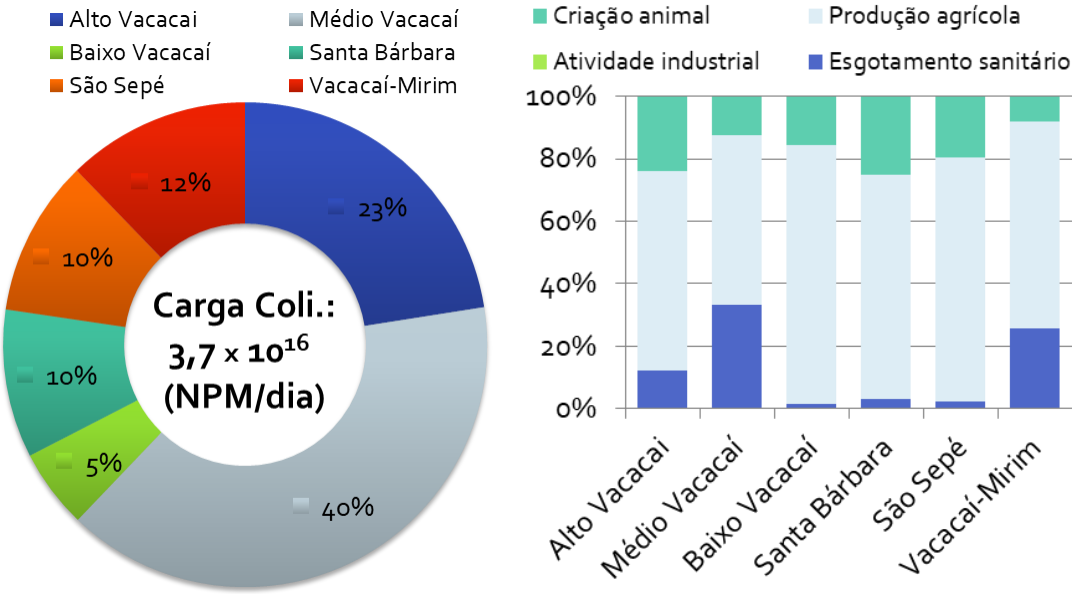


Gráfico 76: Composição da carga de Coliformes (Coli.) de lançamentos conforme atividade e UPG

No Gráfico 77 está indicada a proporção da carga total de Fósforo lançada na bacia (aproximadamente 7,3 mil kg/dia) conforme as Unidades de Planejamento e Gestão; percebe-se que a UPG Médio Vacacaí representa 62% de toda a carga de Fósforo, e que o esgotamento sanitário e a produção agrícola são as principais atividades que contribuem para esse parâmetro.

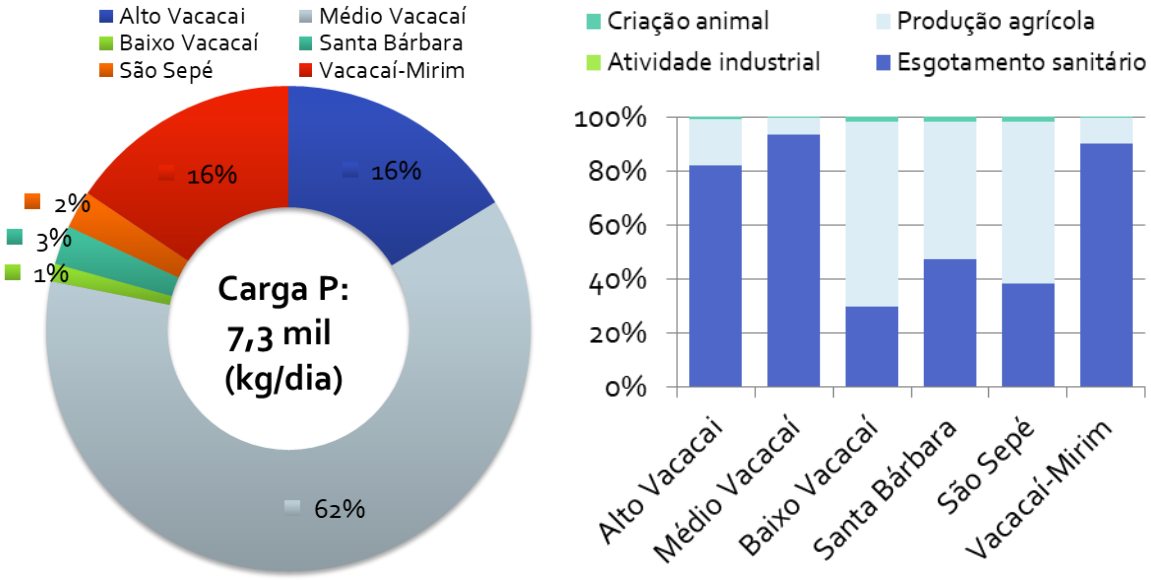


Gráfico 77: Composição da carga de Fósforo (P) de lançamentos conforme atividade e UPG

No Gráfico 78 está indicada a proporção da carga total de Nitrogênio lançada na bacia (aproximadamente 46 mil kg/dia) conforme as Unidades de Planejamento e Gestão; percebe-se que a UPG Médio Vacacaí representa 62% de toda a carga de Nitrogênio, e que o esgotamento sanitário e a produção agrícola são as principais atividades que contribuem para esse parâmetro.

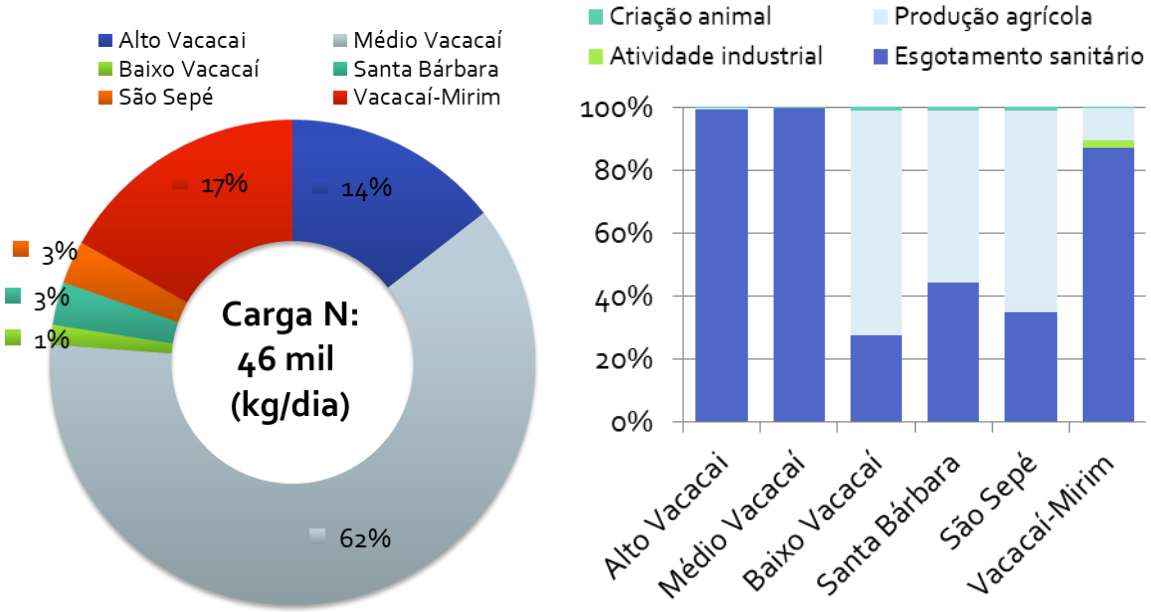


Gráfico 78: Composição da carga de Nitrogênio (N) de lançamentos conforme atividade e UPG

6 Balanço entre as disponibilidades e demandas hídricas avaliadas

O balanço entre as disponibilidades e demandas hídricas permite avaliar se a água disponível na bacia hidrográfica é compatível com os usos consuntivos realizados nela. A simulação do balanço hídrico para a Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim foi realizada utilizando o Modelo WARM-GIS, que realiza o balanço entre disponibilidades hídricas nos cursos de água e as retiradass de água superficiais na bacia hidrográfica.

A disponibilidade hídrica considerada é a que foi apresentada no item 4.2, e as demandas hídricas foram apresentadas no Capítulo 5.

Foram realizadas diversas simulações do balanço hídrico, e neste relatório serão apresentados os seguintes resultados considerados mais representativos:

- Situação confortável: apresenta o resultado do balanço hídrico considerando como disponibilidade a Q90 anual nos cursos d'água e como demandas hídricas as retiradas de água no mês de julho, que é o mês com as menores demandas totais na bacia hidrográfica.
- Situação crítica: apresenta o resultado do balanço hídrico considerando como disponibilidade a Q90 anual nos cursos d'água e como demandas hídricas as retiradas de água no mês de novembro, que é o mês em que a maior parte dos irrigantes inicia o enchimento das quadras de arroz, portanto é o mês com as maiores demandas hídricas.
- Situação de escassez histórica: apresenta o resultado do balanço hídrico considerando como disponibilidade as vazões ocorridas em março de 2005, que representa um momento de uma escassez histórica ocorrida em um período recente.

As duas primeiras situações serão apresentadas em termos de estresse hídrico (%) e em termos de vazão (m³/s). O resultados em termo de estresse hídrico indicam o percentual da vazão disponível que está sendo retirado do rio pelos usos, e serve de subsídio para discutir diretrizes de outorga, como o máximo outorgável. Os resultados em termos de vazão indicam a vazão remanescente que fica disponível no rio após todas as retiradas realizadas, essa é a vazão que permanece no rio para atender às demandas ecológicas e para diluir efluentes. A situação de escassez histórica será apresentada para fins de comparação com uma situação mais crítica possível que já ocorreu na região.

6.1 Balanço hídrico na situação confortável

A Figura 78 apresenta as vazões remanescentes nos cursos hídricos após as retiradas dos usos de água para a situação confortável (mês de julho), em que as demandas hídricas na bacia hidrográficas são as mais baixas registradas. Comparando este mapa com os resultados a seguir do balanço hídrico na situação crítica, verifica-se que as alterações são pouco perceptíveis, o que significa que as retiradas de água nesta situação confortável são bastante inexpressivas frente à grande disponibilidade hídrica da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim. Nesta situação, a vazão remanescente na foz do Rio Vacacaí é de 24,6 m³/s.

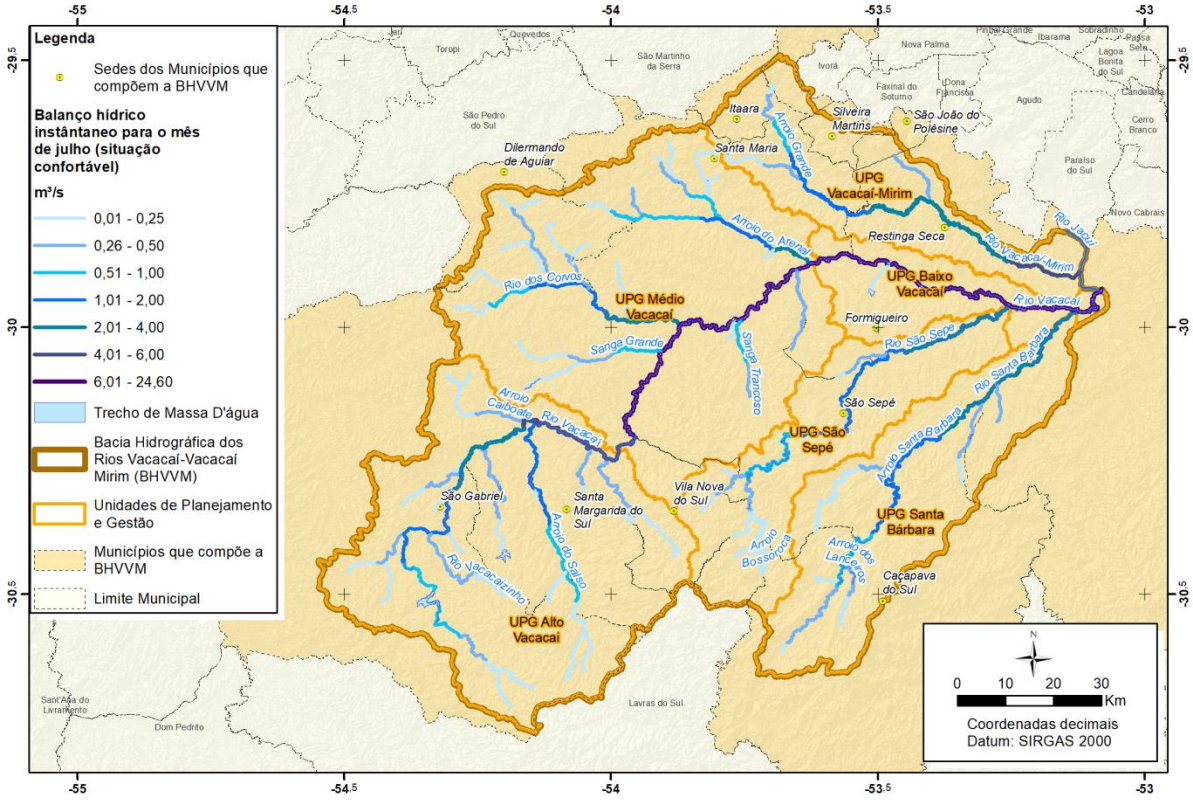


Figura 78: Vazão remanescente para a situação confortável (mês de julho) na BHVVM

A Figura 79 apresenta o resultado do balanço hídrico para a situação confortável em termos de estresse hídrico. Pode-se observar que em praticamente todos os trechos hídricos apresentados o estresse hídrico está abaixo de 10%, representando uma situação bastante confortável. Isto significa, que mesmo em momentos em que a disponibilidade hídrica é mais baixa (vazão disponível = Q90), os usos consuntivos registrados na bacia são plenamente atendidos, e não ocorrem conflitos entre os usuários.

Apenas no arroio Lajeadinho, na parte alta da UPG São Sepé, há um estresse superior a 25%, devido a uma captação para irrigação com retirada em todos os meses do ano.

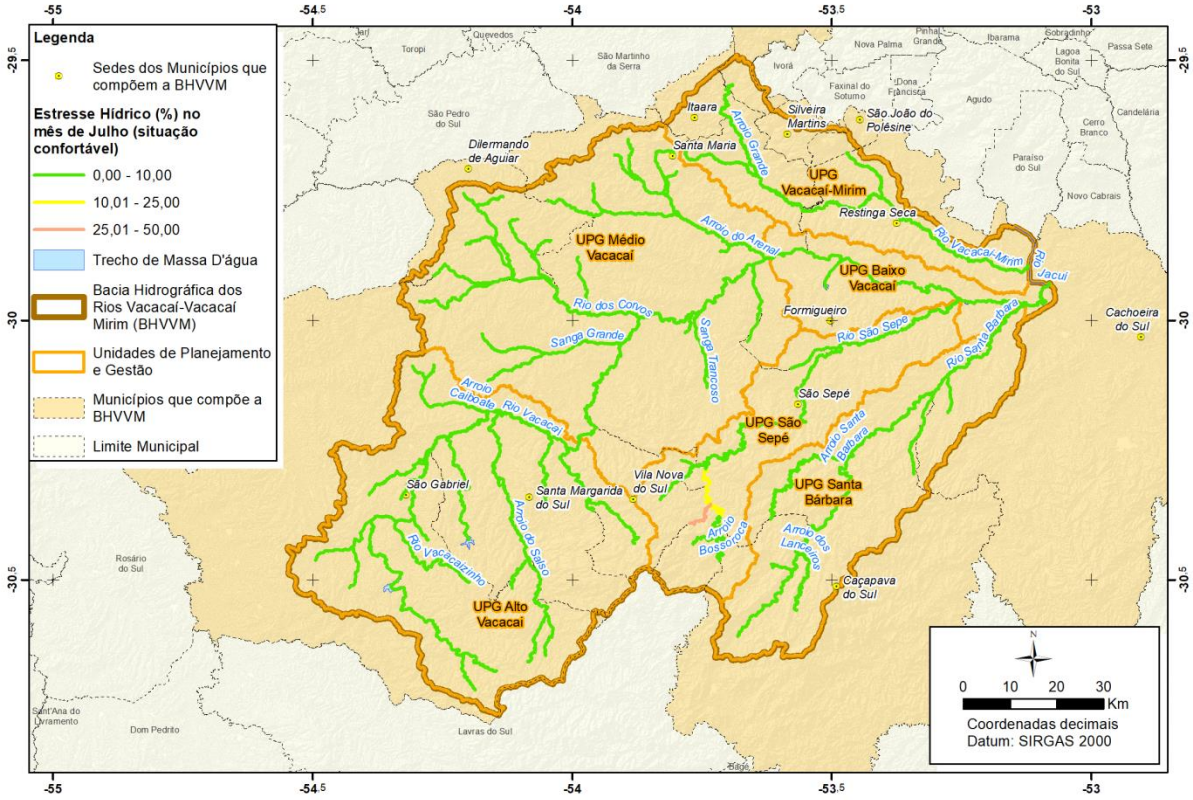


Figura 79: Estresse hídrico para a situação confortável (mês de julho) na BHVVM

O Quadro 131 permite visualizar o estresse hídrico na extensão dos cursos hídricos em cada UPG. Percebe-se que na UPG São Sepé, a mais comprometida neste situação, apenas 15% da extensão de cursos hídricos tem estresse que acima de 10%.

Quadro 131: Porcentagem da extensão dos cursos hídricos conforme o estresse hídrico para o situação confortável (mês de julho) na BHVVM

UPG	De 0 a 10%	De 10 a 25%	De 25 a 50%	De 50 a 99%	De 99 a 100%
Alto Vacacaí	100%	0%	0%	0%	0%
Médio Vacacaí	100%	0%	0%	0%	0%
Baixo Vacacaí	100%	0%	0%	0%	0%
São Sepé	85%	10%	5%	0%	0%
Santa Bárbara	100%	0%	0%	0%	0%
Vacacaí-Mirim	100%	0%	0%	0%	0%

6.2 Balanço hídrico na situação crítica

A Figura 80 apresenta as vazões remanescentes nos cursos hídricos após as retiradas dos usos de água para a situação crítica (mês de novembro), em que as demandas hídricas na bacia hidrográficas são as mais altas registradas. Comparando este mapa com a Figura 78 do item 6.1, verifica-se que as alterações não são muito expressivas e são pouco perceptíveis nos principais rios da bacia hidrográfica. Isso indica que mesmo no mês com as maiores demandas

por água da bacia hidrográfica, a disponibilidade hídrica dos cursos hídricos são em grande parte suficientes para atender aos usos. Na situação crítica, a vazão remanescente na foz do Rio Vacacaí é de 24,1 m³/s.

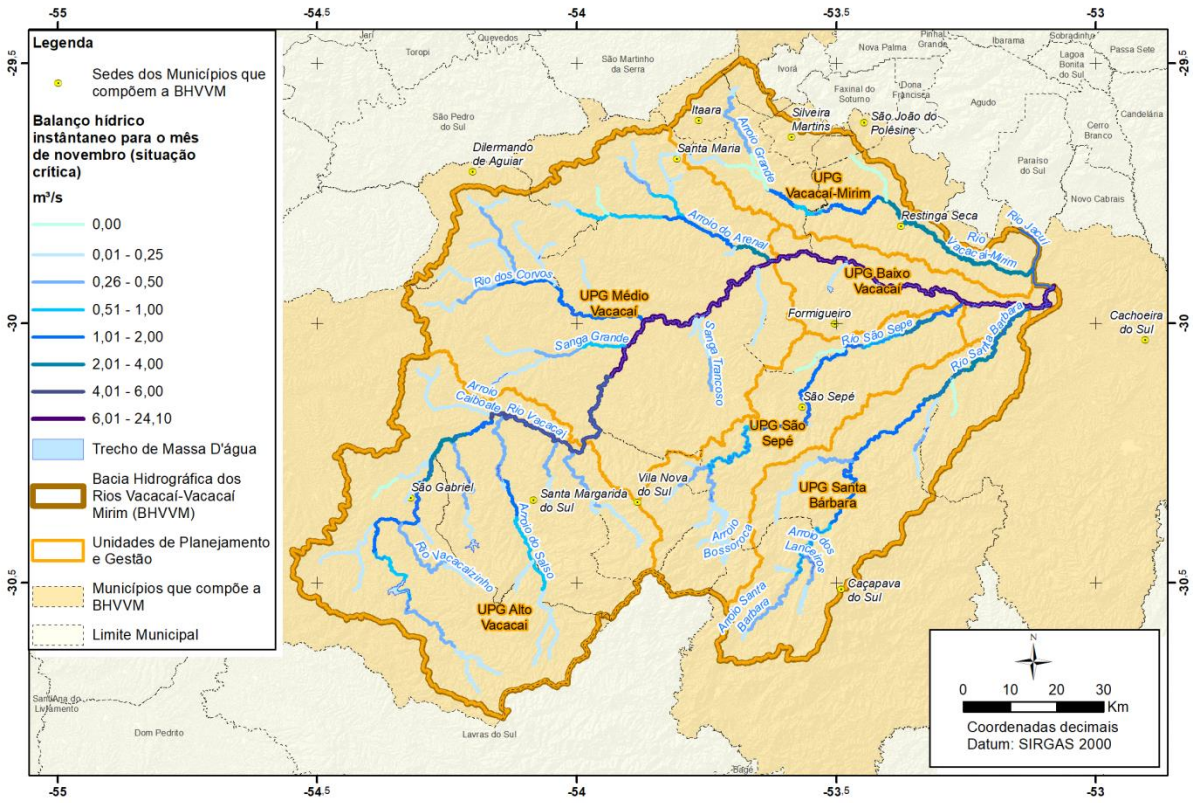


Figura 80: Vazão remanescente para a situação crítico (mês de novembro) na BHVVM

A Figura 81 apresenta o resultado do balanço hídrico em termos de estresse hídrico para a situação crítica. Pode-se observar uma grande diferença com relação ao situação confortável apresentado na Figura 79. Apesar de uma grande quantidade de trechos hídricos seguirem com estresse abaixo de 10%, percebe-se que alguns trechos as demandas comprometem totalmente a disponibilidade hídrica (trechos em preto). Nesses casos, a disponibilidade hídrica em condição de estiagem (Q90) não é suficiente para atender a todos os usos consuntivos registrados e considerados neste balanço hídrico.

Os trechos hídricos em vermelho e em preto da Figura 81 devem ser analisados com muita atenção, pois, os usos nestes trechos comprometem mais de 50% da Q90, isso significa que haveria conflitos entre os usuários no momento da solicitação da outorga, pois, conforme os critérios de outorga gerais do Estado do Rio Grande do Sul (que valem para a Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim), a vazão outorgável é 50% da Q90. Deve-se dar atenção também para os trechos em laranja, pois estão próximos de atingir o limite da vazão outorgável, indicando potenciais conflitos futuros.

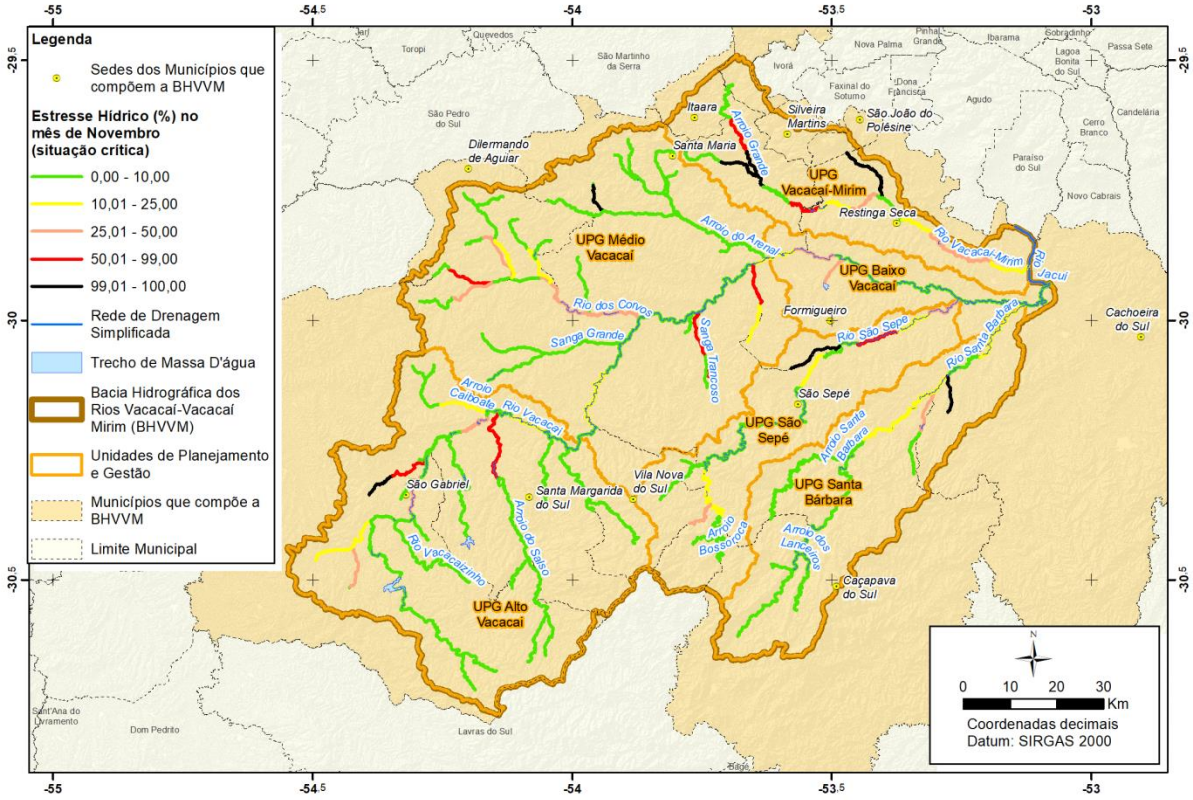


Figura 81: Estresse hídrico para a situação crítica (mês de novembro) na BHVVM

Analisando a localização dos trechos aos quais deve-se ter atenção especial na situação crítica, percebe-se que eles estão espacialmente distribuídos por toda a bacia hidrográfica, porém destaca-se a UPG Vacacaí-Mirim, que apresenta mais de 50% da extensão de seus cursos de água com estresse acima de 25% e quase ¼ da extensão de cursos hídricos está completamente comprometida (de 99 a 100%), conforme apresentado no Quadro 132.

O Quadro 132 permite visualizar que nas demais UPGs a maior parte da extensão dos trechos hídricos possui o balanço hídrico pouco comprometido (de 0 a 10%), portanto mesmo no situação crítico, a maior parte da bacia hidrográfica possui disponibilidade hídrica suficiente para atender os usos consuntivos, com algumas regiões necessitanto de atenção especial.

Quadro 132: Porcentagem da extensão dos cursos hídricos conforme o estresse hídrico para a situação mais crítica (mês de novembro) na BHVVM

UPG	De 0 a 10%	De 10 a 25%	De 25 a 50%	De 50 a 99%	De 99 a 100%
Alto Vacacaí	78%	8%	6%	7%	2%
Médio Vacacaí	69%	11%	12%	7%	2%
Baixo Vacacaí	69%	11%	20%	0%	0%
São Sepé	57%	21%	10%	6%	6%
Santa Bárbara	70%	22%	4%	0%	4%
Vacacaí-Mirim	28%	19%	19%	12%	23%

6.3 Balanço na situação de estiagem histórica

A situação de estiagem histórica, simula uma situação em que as vazões ocorridas na estiagem de março de 2005 se repetiriam no mês de novembro atualmente, no momento em que são feitas as maiores captações da bacia hidrográfica. A Figura 82 apresenta as vazões remanescentes nos cursos hídricos após as retiradas dos usos de água para esta situação, que indica uma drástica modificação com relação às duas situações já mostradas, em que a vazão remanescente na foz do Rio Vacacaí fica na ordem de 4 m³/s.

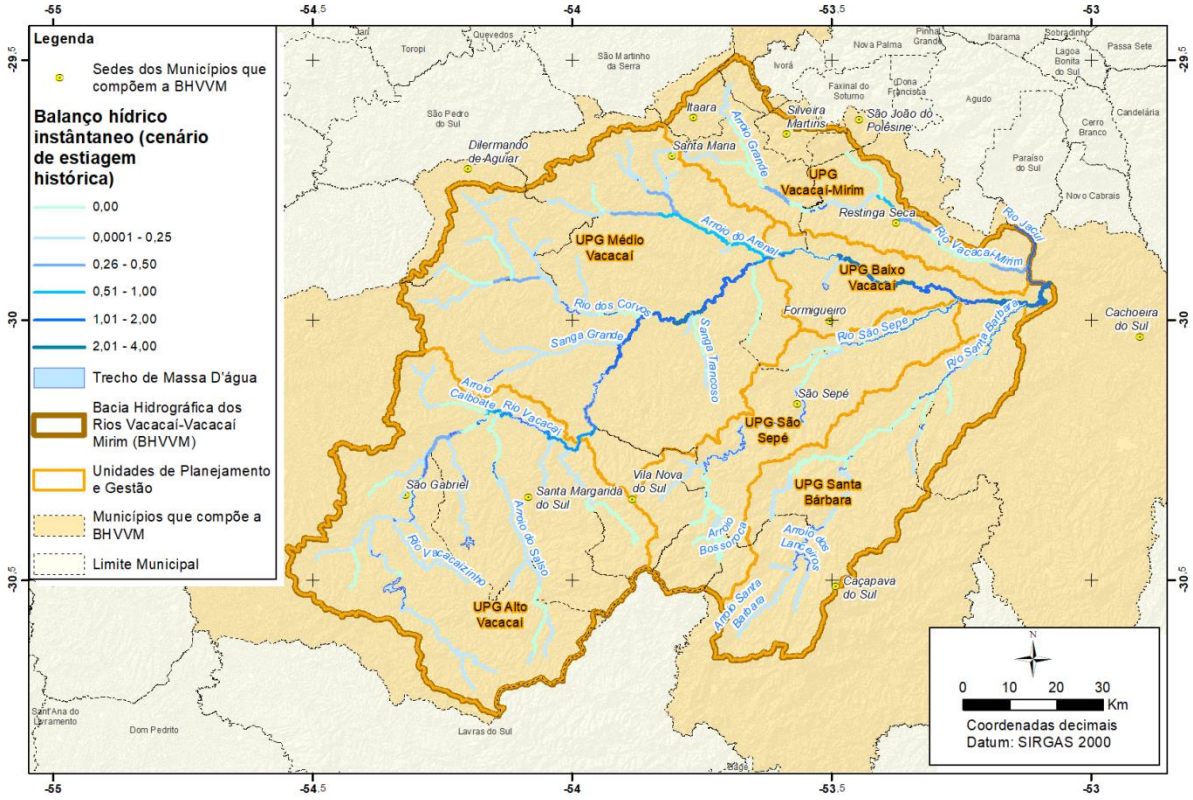


Figura 82: Vazão remanescente para a situação de estiagem histórica (março de 2005) na BHVVM

A Figura 83 apresenta o balanço hídrico nesta situação em termos de estresse hídrico. Essa simulação indica que em uma situação de escassez crítica, os rios Vacacaí-Mirim, São Sepé, Santa Bárbara e rio dos Corvos teriam suas vazões seriamente comprometidas. O rio Vacacaí apresentou algum estresse preocupante em alguns trechos específicos.

Percebe-se que o rio Vacacaízinho e os arroios do Salso e do Arenal apresentaram estresses muito baixos, mesmo neste situação de extrema escassez. Isso pode indicar que esses cursos hídricos não possuem usos consuntivos significativos no mês de novembro, ou que os usos de água existentes nestes trechos hídricos não estão registrados nos bancos de dados consultados para os cálculos das demandas hídricas na bacia hidrográfica.

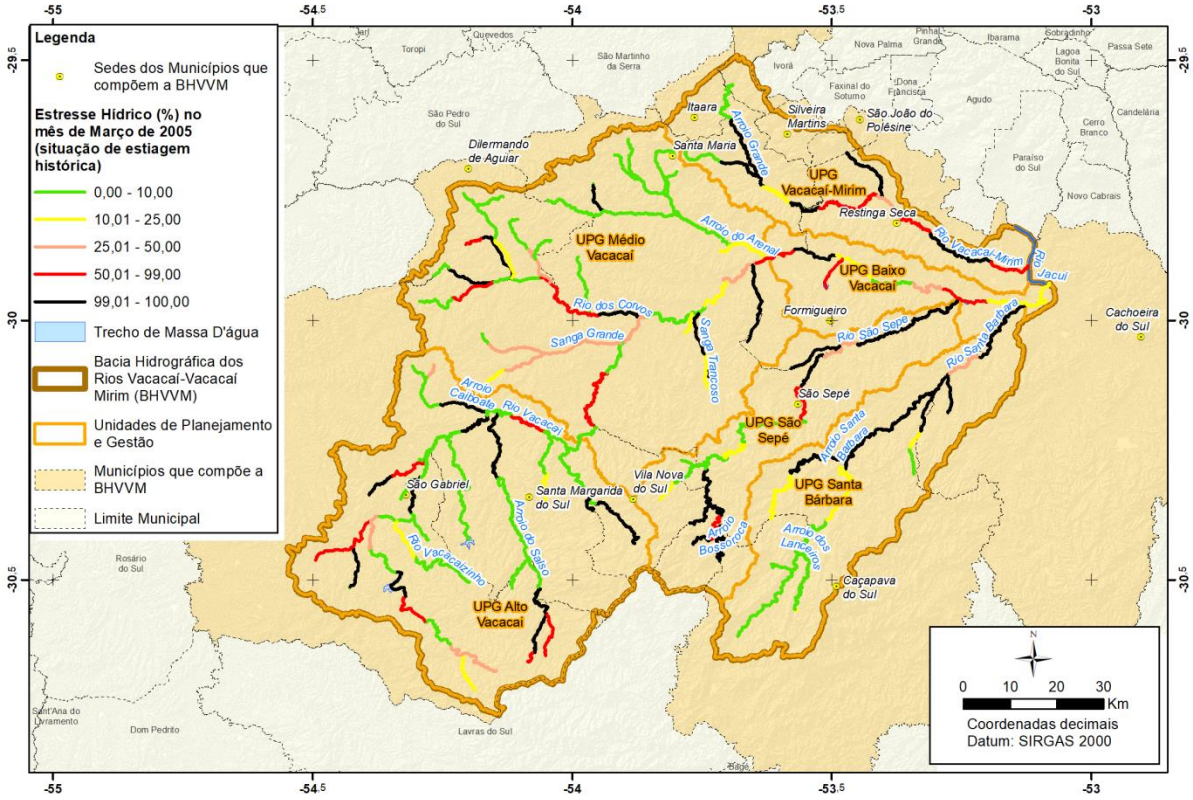


Figura 83: Estresse hídrico para uma situação de estiagem histórica (março de 2005) na BHVVM

Analisando o Quadro 133, fica evidente o maior comprometimento dos trechos hídricos neste situação. Nas UPGs São Sepé, Santa Bárbara e Vacacaí-Mirim, mais de 40% da extensão dos cursos de água apresentam estresse hídrico de 99 a 100% (comprometimento total da disponibilidade hídrica). Nas UPGs Alto e Médio Vacacaí, mesmo nesse situação extremo, mais de 45% dos trechos hídricos apresentaram pouco estresse. Isso pode indicar que os usos de água superficial nessas regiões não é tão significativo com relação a disponibilidade hídrica, ou que há uma discrepância nas captações de água registradas.

Quadro 133: Porcentagem da extensão dos cursos hídricos conforme o estresse hídrico para a situação mais crítica (mês de novembro) na BHVVM

UPG	De 0 a 10%	De 10 a 25%	De 25 a 50%	De 50 a 99%	De 99 a 100%
Alto Vacacaí	49%	6%	6%	13%	25%
Médio Vacacaí	46%	11%	15%	12%	16%
Baixo Vacacaí	12%	34%	11%	31%	11%
São Sepé	22%	8%	5%	10%	54%
Santa Bárbara	33%	19%	4%	0%	43%
Vacacaí-Mirim	15%	7%	6%	25%	47%

6.4 Indicadores de escassez

As situações apresentadas anteriormente são referentes aos déficits hídricos em função das demandas e disponibilidades, os quais variam conforme o mês. No entanto para o diagnóstico de nível de escassez da bacia hidrográfica, é considerado o estresse hídrico anual, o qual melhor representa os padrões de consumo e de disponibilidade ao longo do tempo na bacia hidrográfica. Alguns índices são propostos para avaliação da relação entre consumo e disponibilidade de água, estimados na sequencia para cada exutório das UPGs e da bacia hidrográfica.

6.4.1 Índice de Retirada de Água – IRA (Water Exploitation Index)

Esse índice é utilizado pelos países da União Europeia, e corresponde à razão entre a vazão retirada média e a vazão média anual ($Q_{média\ anual}$). O Quadro 134 representa os valores para a BHVVM, com base na seguinte classificação:

0% a 5%: Situação excelente, onde pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento é necessária e, portanto, a água é considerada um bem livre;

5% a 10%: Situação é confortável, podendo ocorrer necessidade de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimentos prioritários;

10% a 20%: Situação é preocupante e a atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos médios;

20% a 40%: Situação é crítica exigindo intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos;

>40%: Situação é muito crítica.

Quadro 134: Índice de retirada de água para os exutórios das UPGs da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí Vacacaí Mirim

Local	Retirada total média (m³/s)	Qmédia anual (m³/s)	IRA
Rio Vacacaí-Mirim – exutório da UPG Vacacaí-Mirim	4,89	27,63	17,70%
Rio Vacacai – exutório da UPG Alto Vacacai	1,59	53,56	2,97%
Rio Vacacaí – exutório da UPG Médio Vacacaí	3,72	122,06	3,05%
Rio Vacacaí – exutório da UPG Baixo Vacacaí	9,54	191,78	4,97%
Rio Santa Bárbara – exutório da UPG Santa Bárbara	0,83	32,68	2,54%
Rio São Sepé – exutório da UPG São Sepé	1,90	25,97	7,32%

Com isso, verifica-se que a bacia hidrográfica apresenta IRA variável de acordo com cada UPG. A UPG Vacacaí-Mirim apresenta classificação considerada "situação crítica", necessitando gerenciamento e investimentos médios.

A UPG São Sepé apresentou "situação confortável", com necessidade de gerenciamento de problemas locais. As UPGs Alto Vacacai, Médio Vacacaí, Baixo Vacacaí e Santa Bárbara apresentam "situação excelente".

6.4.2 *Índice de comprometimento hídrico – ICH*

Este índice corresponde a um limite sócio-político, que indica regiões as quais necessitam de uma gestão específica no atendimento das demandas, sendo a razão entre os consumos e a vazão de referência estadual. Conforme o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul (PERH-RS[210]), o Artigo 11 prevê que "*enquanto não estiver concluído o Plano de uma determinada bacia hidrográfica, a vazão de referência para orientar a outorga de direito de uso da água será a Q90*" e pelo Artigo 12 "*quando a soma das vazões captadas em uma determinada bacia ou sub-bacia hidrográfica superar 50% (cinquenta por cento) da respectiva vazão de referência, a mesma será considerada especial*". Portanto, uma vez que ainda não se tem definições sobre a vazão de referência a ser utilizada na BHVVM, nem como máximos outorgáveis (que serão discutidos na Fase B), estimou-se o índice para os limiares do PERH-RS (Quadro 135). Considerando o limiar de 50%, as UPGs Vacacaí-Mirim e São Sepé são consideradas especiais. As demais UPGs ficaram abaixo do limiar de 50% e não são consideradas especias.

Quadro 135: Índice de comprometimento hídrico para os exutórios das UPGs da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim

Local	Retirada total média (m³/s)	Q90 (m³/s)	ICH
Rio Vacacaí-Mirim – exutório da UPG Vacacaí-Mirim	4,89	4,431	110,34%
Rio Vacacai – exutório da UPG Alto Vacacai	1,59	5,9	26,98%
Rio Vacacaí – exutório da UPG Médio Vacacaí	3,72	14,977	24,83%
Rio Vacacaí – exutório da UPG Baixo Vacacaí	9,54	24,57	38,82%
Rio Santa Bárbara – exutório da UPG Santa Bárbara	0,83	3,613	22,93%
Rio São Sepé – exutório da UPG São Sepé	1,90	2,731	69,63%

6.4.3 *Comprometimento parâmetro de outorga (SIOUT RS)*

Este parâmetro corresponde ao limite operacional para fins de outorga individual por usuário. O grau de comprometimento que já está incorporado às análises de balanço hídrico do SIOUT RS é a relação entre os usos outorgados e o máximo outorgável, e compreende a seguinte classificação:

- **0% a 50%**: comprometimento limitado.
- **50% a 100%**: comprometimento significativo.
- **100%**: comprometimento inaceitável, compromete todos os usos.

Uma vez que os máximos outorgáveis são definidos na etapa de Enquadramento e Prognóstico, o comprometimento em relação aos parâmetros de outorga será discutido no relatório da Fase B.

[210] *Plano Estatual de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Sul. Resolução CRH nº 141/2014.*

7 Classificação atual da qualidade dos corpos hídricos

7.1 Critérios utilizados na classificação de qualidade da água

No item 4.2.2 foi realizada uma análise da disponibilidade hídrica qualitativa das águas da BHVVM baseando-se nos pontos de monitoramento com dados de qualidade da água disponíveis. Os pontos de monitoramento na bacia hidrográfica estão concentrados nos seus rios principais, então a classificação da água nestes pontos não é representativa para todos os trechos da bacia.

Para que se conheçam os usos possíveis das águas da bacia hidrográfica de uma maneira mais abrangente, é necessário que os demais trechos e cursos hídricos sejam classificados conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005. Para este fim, são utilizados modelos matemáticos de simulação hidrológica capazes de simular lançamentos de efluentes pontuais e difusos nos corpos hídricos e os processos de decomposição, sedimentação, remoção, aeração, decaimento e transformação dos poluentes dentro dos cursos hídricos. Desta forma, o modelo simula a concentração dos poluentes em cada trecho de rio da bacia, possibilitando a classificação dos trechos conforme a Resolução CONAMA. Para realizar a simulação da qualidade da água da BHVVM foi utilizado o Modelo WARM-GIS, o mesmo utilizado para o balanço hídrico quantitativo da bacia. O modelo considera como água disponível para a diluição dos efluentes a vazão remanescente que é resultado de um balanço hídrico quantitativo realizado especialmente para a modelagem de qualidade da água.

Além disso, é necessário informar para o modelo quais são e onde são realizados os lançamentos de efluentes pontuais e quais são e onde estão localizadas as cargas de efluentes difusas na bacia. Estas informações foram obtidas a partir das estimativas das fontes poluidoras pontuais (esgotamento sanitário e atividade industrial) e difusas (produção agrícola e criação animal), apresentadas no item 5.4. Para a modelagem foram feitas as seguintes considerações:

- Esgotamento sanitário: foram consideradas as retiradas de água apresentadas no item 5.3.1 e os lançamentos de efluentes apresentados no item 5.4.1;
- Atividade industrial: foram consideradas as retiradas de água apresentadas no item 5.3.4 e os lançamentos de efluentes apresentados no item 5.4.2;
- Produção Agrícola: foram consideradas as retiradas de água apresentadas no item 5.3.2 para o mês de novembro e os lançamentos de efluentes apresentados no item 5.4.3.
- Criação animal: foram consideradas as retiradas de água apresentadas no item 5.3.3 e os lançamentos de efluentes apresentados no item 5.4.4.

Para a produção agrícola e criação animal é necessário inserir no modelo o percentual de abatimento que ocorrerá sobre as cargas difusas até o encontro com o curso hídrico devido à percolação no solo. O percentual utilizado para todos os parâmetros foi de 97% de abatimento das cargas difusas.

Os parâmetros de qualidade simulados são aqueles descritos no item 5.4, quais sejam: Demanda Bioqúimica de Oxigênio (DBO), OD, Coliformes Termotolerantes, Nitrogênio total e Fósforo total. Os dados de entrada no modelo consideram para o Nitrogênio Total são os compartimentos Nitrogênio orgânico, Nitrogênio amoniacal, Nitrito e Nitrato, e para o Fósforo total, os compartimentos orgânico e inorgânico. Importante ressaltar que são escassos os trabalhos que determinam as proporções para cada compartimento de Nitrogênio e de Fósforo. Em função desta limitação fez-se necessária uma busca incessante em diferentes referenciais bibliográficos consolidados e em diversos estudos aplicados para que se tivesse sucesso na modelagem da qualidade das águas. Assim, a compartimentação dos parâmetros foi aplicada conforme é apresentado no Quadro 136, Quadro 137 e Quadro 138.

Quadro 136. Porcentagem dos compartimentos de Fósforo total e Nitrogênio total para o esgotamento sanitário e para a atividade industrial

	Parâmetros		% considerada
Esgotamento sanitário e atividade industrial	Fósforo Total	Orgânico	29%
		Inorgânico	71%
	Nitrogênio Total	Orgânico	44%
		Amônia	56%
		Nitrito	0%
		Nitrato	0%

Quadro 137. Porcentagem dos compartimentos de Fósforo total e Nitrogênio total para a produção agrícola

	Parâmetros		Classe de uso do solo (% considerada)	
			Agricultura	Silvicultura
Produção agrícola	Fósforo Total	Orgânico	65%	80%
		Inorgânico	35%	20%
	Nitrogênio Total	Orgânico	95%	98%
		Amônia	0,5%	0,5%
		Nitrito	0,5%	0,5%
		Nitrato	4%	1%

Quadro 138. Porcentagem dos compartimentos de Fósforo e Nitrogênio para a criação animal

	Parâmetros		Rebanhos (% considerada)			
			Bovinos, bubalinos, equinos	Suínos	Galináceos, codornas	Ovinos, caprinos
Criação animal	Fósforo Total	Orgânico	16%	16%	25%	16%
		Inorgânico	81%	81%	73%	81%
	Nitrogênio Total	Orgânico	89%	76%	68%	89%
		Amônia	11%	24%	32%	11%
		Nitrito	0%	0%	0%	0%
		Nitrato	0%	0%	0%	0%

Como resultado, há um cenário de classificação atual da qualidade das águas por trecho de rio para DBO, (OD), Coliformes, Fósforo total e Nitrogênio amoniacal, parâmetros estes utilizados na classificação e enquadramento dos corpos d'água conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005. Estes resultados são comparados e validados com os dados de monitoramento existentes na bacia hidrográfica, conforme pontos apresentados no item

4.2.2. Nesta seção, foi escolhido como valor representativo da classe de cada ponto de monitoramento a ser utilizado para validação uma predominância da classe (ou seja, maior número de amostras na classe), diferente do percentil 80 apresentada no balanço qualitativo (item 4.2.2), o qual leva em consideração a permanência da qualidade de água naquele local.

7.2 Balanço hídrico qualitativo

O resultado do modelo de qualidade está representado na Figura 84, Figura 85, Figura 86 e Figura 87, separado para cada parâmetro modelado. É importante destacar que estes resultados simulam o modelo apenas na condição da sua vazão remascente através da disponibilidade hídrica da Q90. Portanto, em condições de maior disponibilidade hídrica pode-se inferir que vai existir mais água disponível para a diluição dos cargas.

A Figura 84 apresenta os resultados da Demanda Bioquímico de Oxigênio (DBO), a qual aponta para o predomínio de classe 1 em praticamente toda a bacia hidrográfica, validados em todos os pontos de monitoramento presentes na BHVVM. Situações de classe inferior foram registrados nos trechos de drenagem iniciais da drenagem simplificada, configurando trechos com menor vazão remasnescente e menor capacidade de diluição da cargas.

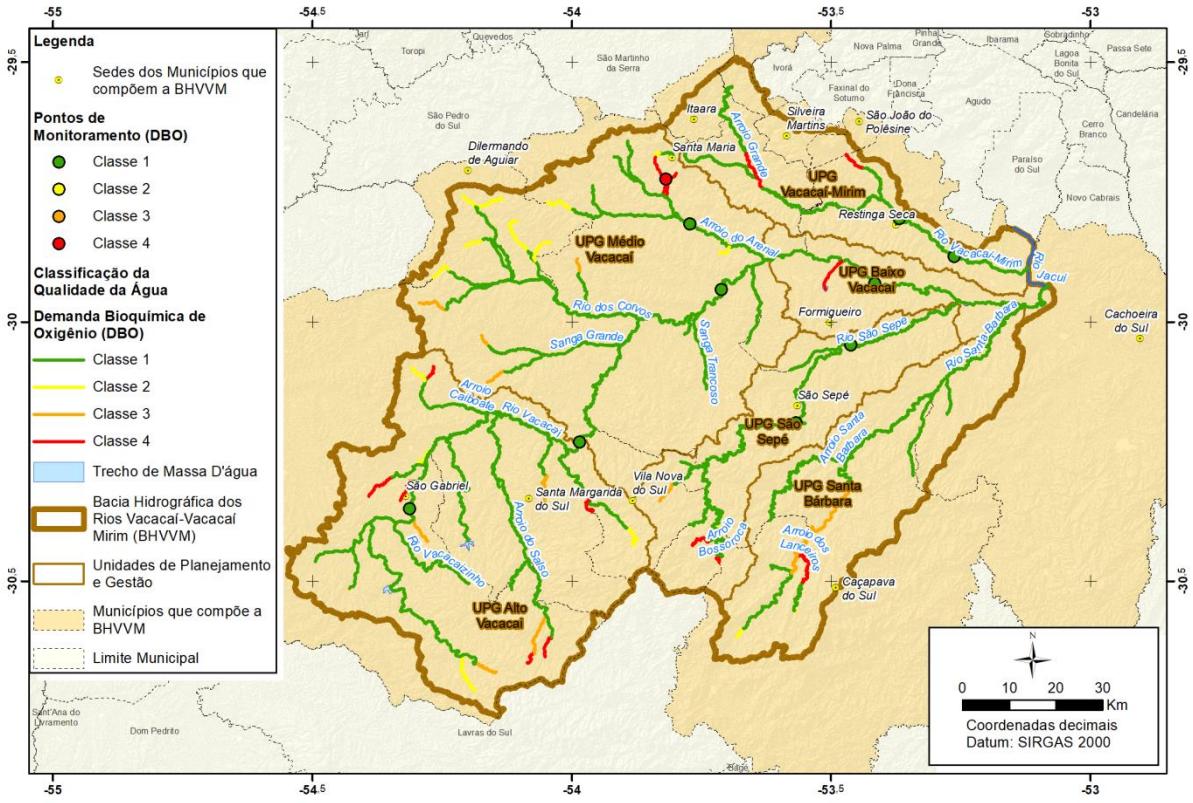


Figura 84: Classificação da Demanda Bioquímico de Oxigênio (DBO), segundo CONAMA nº357/2005 na BHVVM

O Quadro 139 permite visualizar as classes de qualidade da água para o parâmetro DBO na extensão dos cursos hídricos em cada UPG. Percebe-se que a Classe 1 é predominante para este parâmetro em todas as UPGs.

Quadro 139: Porcentagem da extensão em cada classe de qualidade da água para o parâmetro DBO na BHVVM

UPG	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Alto Vacacaí	82%	5%	6%	6%
Médio Vacacaí	82%	10%	4%	3%
Baixo Vacacaí	91%	0%	0%	9%
São Sepé	92%	1%	3%	5%
Santa Bárbara	81%	1%	13%	4%
Vacacaí-Mirim	87%	0%	0%	13%

Para o OD, também registra se predomínio de classe 1 nos rios principais e classes inferiores nos trechos de drenagem iniciais da drenagem simplificada (Figura 85). As UPGs São Sepé e Santa Barbara apresentam degradação maiores nos seus rios principais, percorrendo classes 2, 3 e 4 nos seus trechos de iniciais até locais intermediários do rio, a partir de onde apresentam classe 1. Na UPGs do rio Vacacaí (Alto, Médio e Baixo Vacacaí), o Rio Vacacaí apresentou classe 1 em praticamente todo seu trecho, com excessão de seu trecho de cabeceira, com classe 4. Foi possível validar os resultados do modelo com todos os pontos de monitoramento, exceto nos pontos de monitoramento do Arroio Arenal (UPG Médio Vacacaí) e Arroio Bossoroca (UPG São Sepé).

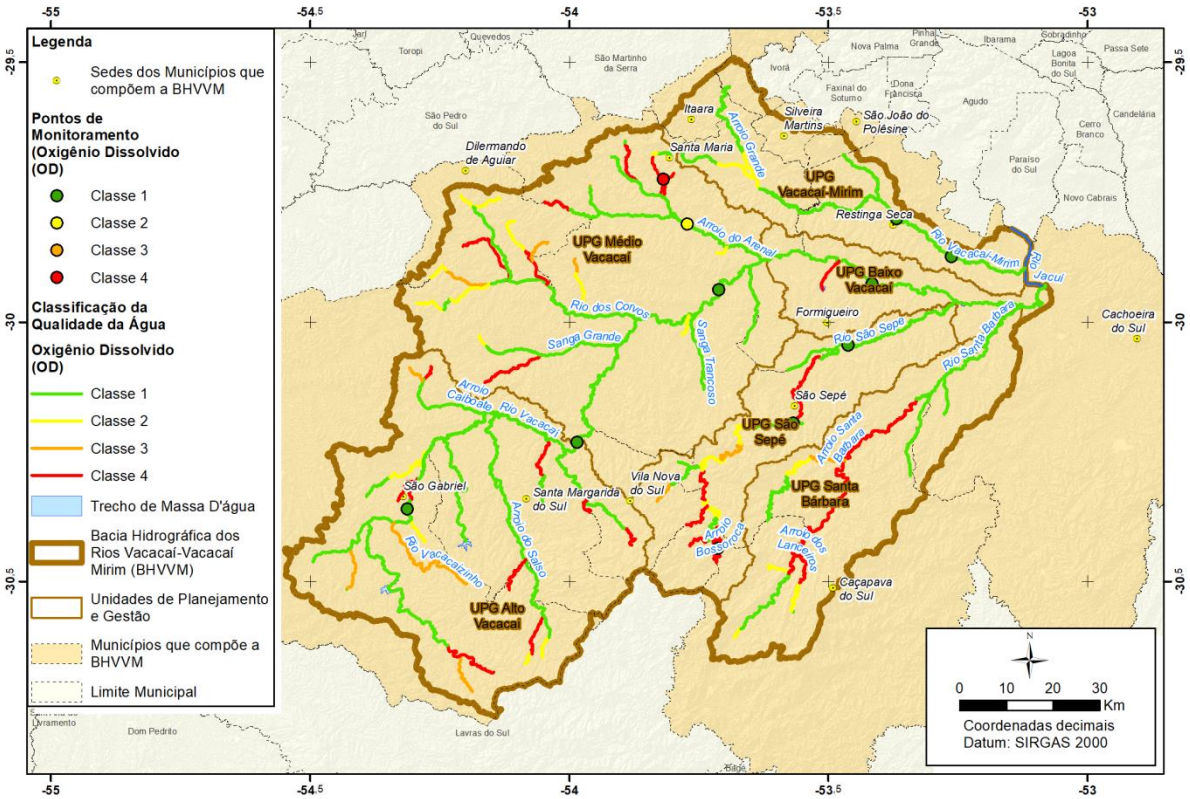


Figura 85: Classificação de OD, segundo CONAMA nº357/2005 na BHVVM

O Quadro 140 permite visualizar as classes de qualidade da água para o parâmetro OD na extensão dos cursos hídricos em cada UPG.

Quadro 140: Porcentagem da extensão em cada classe de qualidade da água para o parâmetro OD na BHVVM

UPG	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Alto Vacacaí	68%	6%	11%	15%
Médio Vacacaí	66%	14%	4%	16%
Baixo Vacacaí	91%	0%	0%	9%
São Sepé	44%	16%	8%	32%
Santa Bárbara	48%	13%	4%	35%
Vacacaí-Mirim	86%	14%	0%	0%

O parâmetro Coliformes Termotolerantes pode ser considerado o mais crítico da BHVVM, com classe 4 em praticamente todos os trechos iniciais e intermediários da drenagem simplificada. Nas UPGs do rio Vacacaí, os trechos intermediários apresentam melhorias da qualidade (classes 2 e 3) e classe 1 para o Rio Vacacaí à jusante de São Gabriel até a sua foz. O modelo foi validado apenas no trecho do Rio Vacacaí de São Gabriel, enquanto os demais trechos à jusante com classe 1 não foram validados nos pontos de monitoramento, que possuem classe 2 como predominante. Problema na validação também aconteceu no trecho do Arroio Arenal: para o modelo foi registrado classe 2 e para o ponto de monitoramento a classe predominante é 4.

Nas UPGs Vacacaí-Mirim, São Sepé e Santa Bárbara, os trechos apresentam predomínio de classe 4 nos trechos iniciais e classes 3 ou 2 nos trechos intermediários e finais. Os rios principais dessas UPGs não registraram um padrão de melhoria da qualidade da água de montante à jusante, a medida que ocorre o aumento da disponibilidade hídrica nos trechos mais próximos dos exutórios.

O Quadro 141 e a Figura 86 permitem visualizar as classes de qualidade da água para o parâmetro Coliformes Termotolerantes na extensão dos cursos hídricos em cada UPG.

Quadro 141: Porcentagem da extensão em cada classe de qualidade da água para o parâmetro Coliformes Termotolerantes na BHVVM

UPG	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Alto Vacacaí	13%	17%	7%	63%
Médio Vacacaí	18%	17%	9%	56%
Baixo Vacacaí	91%	0%	0%	9%
São Sepé	0%	33%	16%	50%
Santa Bárbara	4%	31%	18%	47%
Vacacaí-Mirim	0%	43%	17%	40%

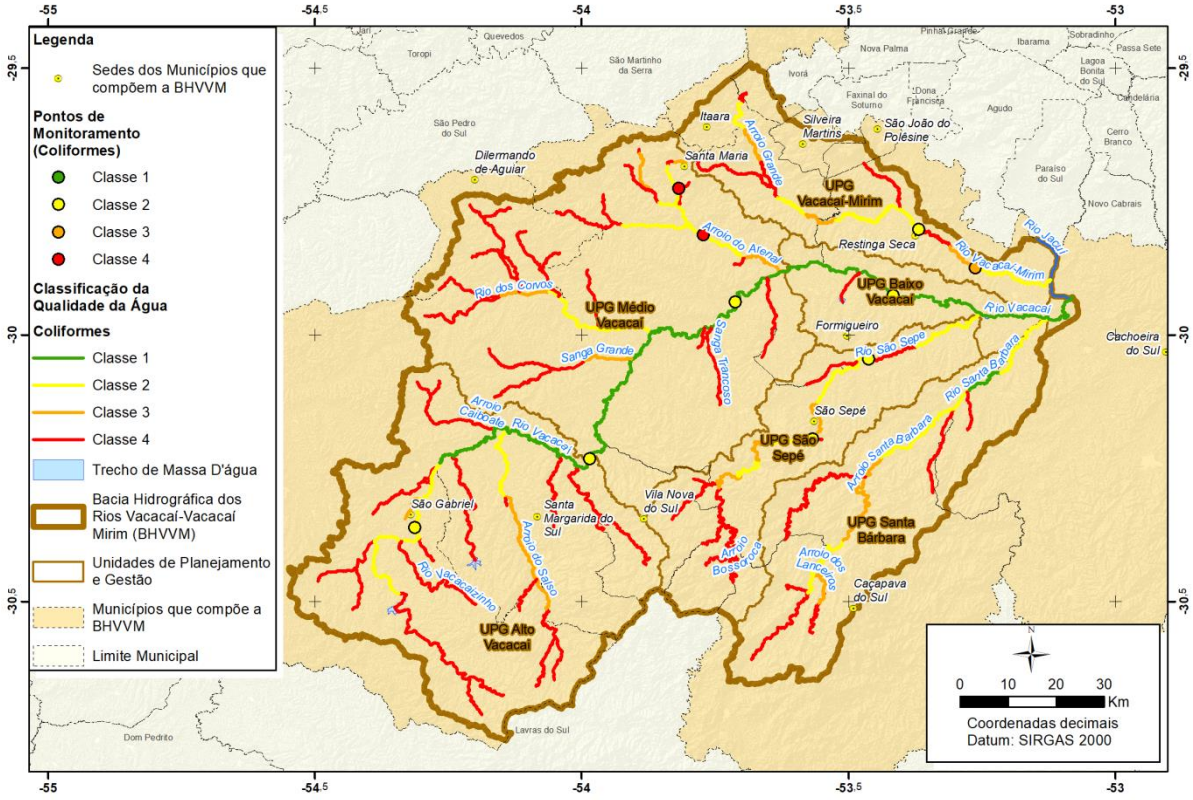


Figura 86: Classificação de Coliformes Termotolerantes, segundo CONAMA nº357/2005 na BHVVM

O parâmetro Fósforo total também apresentou as piores qualidade nos trechos iniciais da drenagem simplificada (Figura 87). Os trechos intermediários dos rios São Sepé e Santa Bárbara apresentam classe 4. Nos trechos finais, próximos de seus exutórios, apresentam melhora da qualidade para classe 1. O rio Vacacaí-Mirim apresentou classe 3 no seu trecho inicial, no entorno da área urbana de Santa Maria, e classe 1 nos demais trechos desse rio. Os trechos foram validados com os pontos de monitoramento (classe 1).

Na UPGs do rio Vacacaí, além dos trechos iniciais com classe 4 previamente mencionados, os rios principais tiveram predomínio de classe 1. Os pontos do rio Vacacaí foram validados para dois pontos de monitoramento, à jusante de São Gabriel e a montante do Arroio Arenal. Os demais pontos de monitoramento não foram validados, com o modelo apresentando melhor qualidade (classe 1) que os dados monitorados (classe 3 e 4). Além disso, o Arroio Arenal apresentou grande discrepância entre o modelo e o ponto de monitoramento, com classes 1 e 4, respectivamente.

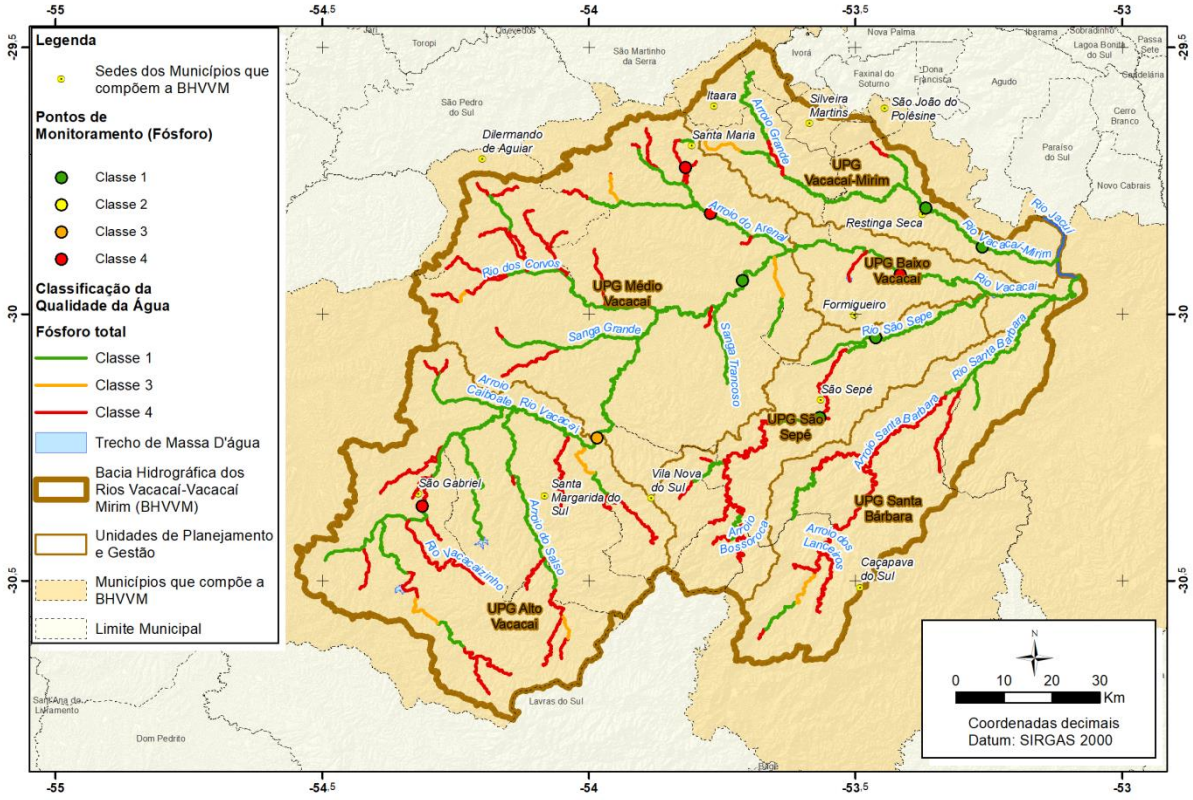


Figura 87: Classificação de Fósforo total (Ptotal), segundo CONAMA nº357/2005 na BHVVM

O Quadro 142 apresenta as classes de qualidade da água para o parâmetro Fósforo total na extensão dos cursos hídricos em cada UPG, deixando evidente a predominância da Classe 4 nas UPGs São Sepé e Santa Bárbara.

Quadro 142: Porcentagem da extensão em cada classe de qualidade da água para o parâmetro Fósforo total (Ptotal) na BHVVM

UPG	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Alto Vacacaí	51%	0%	5%	44%
Médio Vacacaí	58%	0%	4%	37%
Baixo Vacacaí	91%	0%	0%	9%
São Sepé	42%	0%	0%	58%
Santa Bárbara	34%	0%	4%	62%
Vacacaí-Mirim	81%	0%	7%	13%

A modelagem realizada também apresenta resultados para concentrações de Nitrogênio amoniacal associadas a cada trecho de drenagem inserido na bacia, contudo a classificação desta concentrações depende do pH, que não é um parâmetro simulado pelo modelo. O Quadro 143 apresenta as concentrações e respectivas classificações oriundas do monitoramento e do modelo, em que ambos apresentaram classe 1 tanto para a modelagem e nos pontos de monitoramento, exceto para a Sanga Norte, curso hídrico que recebe os efluentes da ETE Lorenzi, com classe 3 ou inferior.

Quadro 143. Classificação do Nitrogênio Amoniacal nos pontos de monitoramento da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim

Pontos de Monitoramento	Curso Hídrico	Monitoramento			Modelo	
		pH médio	Concentração Nitrogênio amoniacal (mg/l)	Classificação	Concentração Nitrogênio amoniacal (mg/l)	Classificação
85610000	Sanga da Porteira	7,15	-	-	0,305	1
85466000	Rio Vacacaí	6,71	0,268	1	0,339	1
85480000 85484000	Rio Vacacaí	7,05	-	-	0,001	1
85600000 85442000	Rio Vacacaí	6,87	0,216	1	0,0003	1
85436200	Arroio do Arenal	6,47	1,949	1	0,006	1
85438000 85438500	Rio Vacacaí-Mirim	6,81	0,272	1	0,004	1
85436300	Rio Vacacaí-Mirim	6,60	0,289	1	0,177	1
ETE Santa Maria Montante	Sanga Norte	7,42	9,325	3	7,153	3
ETE Santa Maria Jusante	Sanga Norte	7,44	19,330	inferior a 3	7,153	3

Considerando que o predomínio de valores de pH das estações registram valores abaixo de 7,5, foram geradas as classes para o Nitrogênio Amoniacal para toda a bacia hidrográfica com os resultados do modelo (Figura 88), considerando o pH inferior a 7,5. A classe 1 é predominante e alguns trechos apresentaram classe 3: Arroio Piraí (UPG Alto Vacacaí), Arroio da Divisa (UPG Vacacaí-Mirim), Arroio Cadena, Arroio Ferreira e Sanga Norte (UPG Médio Vacacaí). Os últimos trechos são tributários do Arroio Arenal e recebem os lançamentos difusos da área urbana de Santa Maria.

A Figura 88 e o Quadro 144 apresentam as classes de qualidade da água para o parâmetro Nitrogênio amoniacal na extensão dos cursos hídricos em cada UPG, evidenciando a predominância da Classe 1. Ressalta-se que a classificação das águas para o parâmetro Nitrogênio Amoniacal está sendo realizada considerando o pH abaixo de 7,5 (média do pH amostrado durante o período de dados disponíveis), pois na resolução CONAMA as concentrações deste parâmetro variam para cada classe de qualidade conforme o pH da água, parâmetro este que não é simulado pelo modelo WARM-GIS.

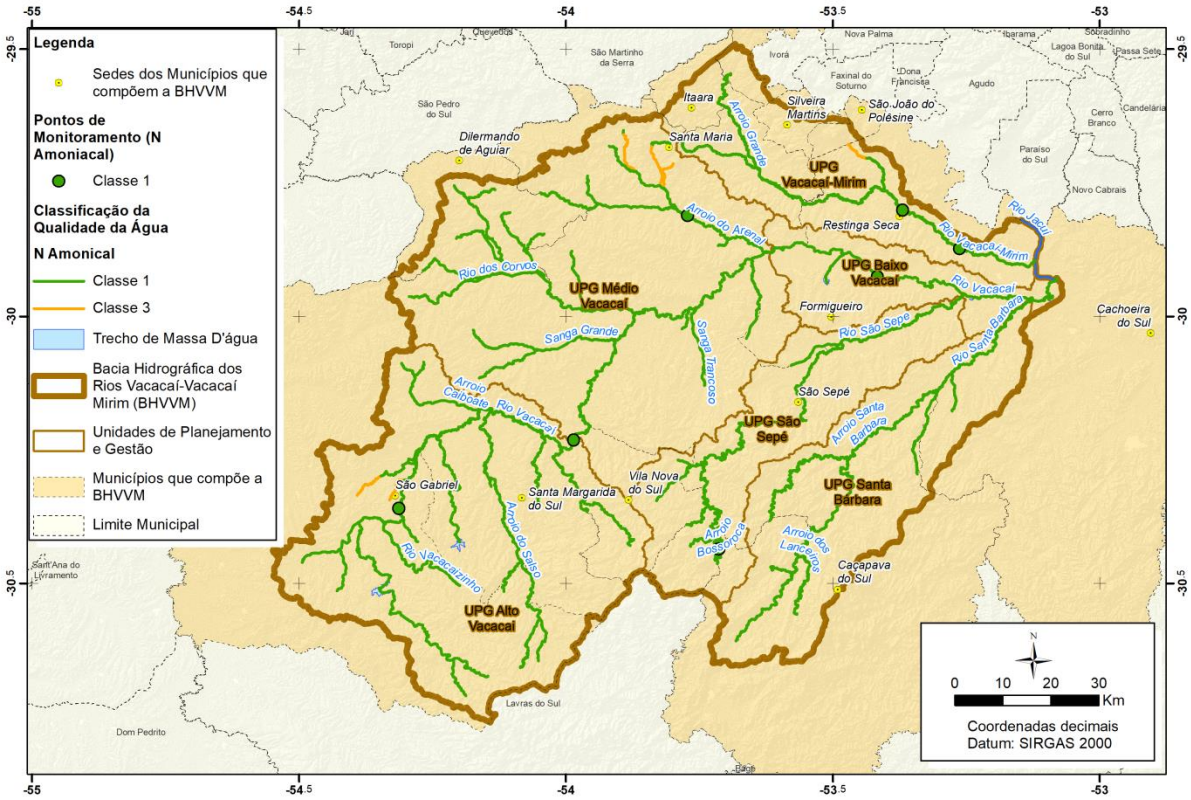


Figura 88: Classificação de Nitrogênio amoniacal , segundo CONAMA nº357/2005 na BHVVM

Quadro 144: Porcentagem da extensão em cada classe de qualidade da água para o parâmetro Nitrogênio amoniacal na BHVVM

UPG	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Alto Vacacaí	97%	0%	3%	0%
Médio Vacacaí	94%	0%	6%	0%
Baixo Vacacaí	100%	0%	0%	0%
São Sepé	100%	0%	0%	0%
Santa Bárbara	100%	0%	0%	0%
Vacacaí-Mirim	96%	0%	4%	0%

A seguir são apresentados informações específicas de alguns cursos hídricos.

> Arroio Arenal (UPG Médio Vacacaí)

Não foi possível validar o resultado do modelo com os dados da estação para os parâmetros OD, Coliformes Termotolerantes e Fósforo total. Os resultados do modelo apresentaram melhor qualidade que o local da estação. A vazão remanescente do balanço hídrico quantitativo foi superestimada devido a falta de cadastros no SIOUT RS para os usos da água, principalmente o uso relacionado à irrigação. Por consequência, a possível causa para esse resultado é a maior disponibilidade de água para diluir as cargas, o que produz classes de

melhor qualidade do modelo comparado com os dados da estação. As maiores discrepâncias entre dados de monitoramento e a modelagem ocorreram nesse ponto. Portanto, os resultados da modelagem em todo esse trecho devem ser avaliados com ressalvas.

> Arroio Cadena, Arroio Ferreira e Sanga Norte (UPG Médio Vacacaí)

Esses cursos hídricos apresentam classes de baixa qualidade, recebem os lançamentos difusos da área urbana de Santa Maria e são tributários do Arroio Arenal. A Sanga Norte também recebe os efluentes tratados da ETE Lorenzi, com classe 4 para todos os parâmetros do modelo e também para os pontos de monitoramento.

> Arroio Santa Bárbara e Arroio dos Lanceiros (UPG Santa Bárbara)

Esses arroios apresentaram condições de degradação (pior qualidade) no seu trecho alto/intermediário. Classe 4 foi registrada para os parâmetros OD e Fósforo Total, classe 3 para DBO e classes 2 e 3 para coliformes. Nenhum trecho desse arroio foi validado pois não há nenhuma estação de monitoramento na UPG. Portanto, é importante a investigação e monitoramento da qualidade desses trechos hídricos para corroborar o modelo e compreender com mais acerto sobre a qualidade do Arroio Santa Bárbara.

> Arroio Grande (UPG Vacacaí-Mirim)

No trecho final, o modelo simulou classes de baixa qualidade. Os parâmetros DBO, Coliformes Termotolerantes e Fósforo total apresentaram classe 4, e para o OD a classe foi 2. Esse trecho também não foi validado e é recomendado o seu monitoramento.

8 Considerações finais do diagnóstico

A seguir, são apontadas as principais considerações e conclusões deste relatório da Fase A, acerca do diagnóstico da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim. Os comentários estão separados em considerações sobre as informações geradas, os dados disponíveis e as oportunidades já identificadas para serem realizadas na bacia hidrográfica.

8.1 Sobre as informações geradas

Acerca das informações gerais obtidas no desenvovlimento deste diagnóstico, são destacados os seguintos pontos principais.

> A bacia hidrográfica possui Comitê de Bacia instituído desde 1994, tendo sua última composição atualizada nas eleições aprovadas na 101ª Reunião Ordinária. Nesta composição, destaca-se que os setores de Comunicação, Associações de municípios, Categoria Especial das Comunidades Tradicionais, Clubes de Serviços Comunitários, e Lazer e Turismo ficaram sem representação de entidades.

> A Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim está localizada na porção entral do Estado do Rio Grande do Sul, na Região Hidrográfica do Guaíba, e

abrange uma área de 11.177 km² no total. Abrange 14 municípios, sendo que o único a não ser considerado para a caracterização do diagnóstico é o município de Ivorá, em função da classificação de área mínima de 2 km² para ser um município ser considerado parte de bacia hidrográfica. Fazem parte da gestão da bacia hidrográfica, portanto, os seguintes municípios: Formigueiro, Santa Margarida do Sul, São Sepé e Vila Nova do Sul, Dilermando de Aguiar, Itaara, Restinga Sêca, Santa Maria, São Gabriel e Silveira Martins, Cachoeira do Sul e Itaara.

- Para o processo de planejamento e gestão dos recursos hídricos, a Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim foi segmentada em 6 Unidades de Planejamento e Gestão (UPGs), cada qual com características ambientais e socioeconômicas homogêneas: UPG Alto Vacacaí (2.967 km²), UPG Médio Vacacaí (3.486 km²), UPG Baixo Vacacaí (6.625 km²), UPG Santa Bárbara (1.606 km²), UPG São Sepé (1276 km²), UPG Vacacaí-Mirim (1.181 km²).
- Os principais rios da bacia hidrográfica são: Rio dos Corvos, Rio Santa Bárbara, Rio São Sepé, Rio Vacacaizinho, Rio Vacacaí e Rio Vacacai-Mirim. Além disso, a bacia hidrográfica também conta com alguns arroios de maior magnitude como o Arroio Santa Bárbara (tributário do Rio Santa Bárbara) e o Arroio do Salso (tributário do Rio Vacacaí). Um aspecto importante a ser destacado da hidrografia é que possui dois exutórios (Rio Vacacaí-Mirim e Rio Vacacaí), ambos desaguando no Rio Jacuí com uma diferença de aproximadamente 7,2 km calculados pela distância do Rio Jacuí.
- Compreende 10 unidades hidroestratigráficas: Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II, Sistema Aquífero Embasamento Cristalino III, Aquicludes Eopaleozoicos, Sistema Aquífero Palermo/Rio Bonito, Aquitardos Permianos, Sistema Aquífero Guarani - Unidade Aquífera Sanga do Cabral/Piramboia, Sistema Aquífero Guarani – Unidade Aquífera Santa Maria, Sistema Aquífero Guarani – Unidade Aquífera Botucatu, Unidade Aquífera Basalto/Botucatu e Sistemas Aquíferos Serra Geral II.
- O regime de precipitações é bem marcado pelos eventos climáticos marcantes para a região, com períodos mais secos ao verão. A região é marcada por eventos críticos de extremos de chuvas e inundações, bem como períodos de escassez hídrica, com destaque para as enxurradas do outono de 1992 e 1994 na região sul da bacia hidrográfica e as estiagens dos verões de 1985-1986, 2004-2005 , 2011-20122 e 2019-2020.

  Em relação aos extremos de chuva e nível dos rios, os municípios de Cachoeira do Sul, São Gabriel e Restinga Seca se destacam pela grande quantidade de desabrigados. E conforme as informações dos municípios, Cachoeira do Sul, Itaara, Santa Maria, São Sepé possuem mapeamento total de áreas de risco de inundação dos cursos d'água urbanos, e Caçapava, Restinga Seca, São Gabriel, possuem algumas áreas mapeadas.

  Em relação ao último período de estiagem, foi publicada uma diretriz para a operação da barragem VAC04, onde município de São Gabriel solicitou que o

uso da barragem de irrigação fosse suspenso e a água destinada apenas para abastecimento da população; nesta mesma barragem também foi alvo de acordo com a Defesa Civil para que se tenha um volume de espera para mitigar cheias na cidade de São Gabriel.

> O mapeamento do uso e ocupação do solo foi realizado utilizando-se as imagens da coleção 5 do Projeto MapBiomas; infelizmente devido às condições sanitárias impostas pela pandemia COVID-19, não foi possível realizar saídas de campo para validar o mapeamento de uso do solo utilizado. Este mapeamento é a base para as estimativas de demanda hídrica, uma vez que é possível relacionar o uso do solo com a atividade realizada, e, consequentemente, à necessidade por água. Uma possibilidade do produto gerado na plataforma Mapbiomas foi a discriminação entre a classe soja das demais culturas agrícolas, sendo a soja uma das principais culturas presentes na BHVVM. Apesar disso, uma das limitações encontradas foi a separação da cultura do arroz com as demais culturas (exceto a soja), que não foi diferenciada.

  Para a soja, considerou-se que são irrigadas as áreas de soja do mapa de uso do solo que estão localizadas dentro dos polígonos de áreas irrigadas licenciadas pela FEPAM juntamente com áreas conhecidamente irrigadas por membros do Comitê Vacacaí-Mirim.

  Através do mapeamento também foi possível realizar uma estimativa dos usos e ocupação solo em áreas de APPs (declividade, entornos de corpos hídricos e trechos de drenagem). Esta estimativa permitiu concluir que em todas as UPGs e também nos rios principais as APPs são predominantemente ocupadas por mata (acima de 60% da área das APPs).

> Na região, existem cerca de 280 barragens e açudes regularizados com outorga emitida pela DIOUT do DRHS Barragens (271 para finalidade de uso de irrigação, 5 para abastecimento público, 3 para uso industrial e 1 para dessedentação animal), sendo que 81 foram classificadas dentro das normativas da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB). Destas, apenas 10 foram priorizadas para realização de vistorias para fiscalização pela DIOUT, mas todas encontram-se descritas no Relatório Técnico de Segurança de Barragens, com as devidas orientações aos usuários para procederem de forma a evitarem possíveis rompimentos ou comprometimentos nas estruturas.

> Uma das principais atividades econômicas da região é a agropecuária, com destaque para as culturas temporárias de Soja (80% da área plantada em 2019), Arroz (15%), Milho, Trigo, Aveia, Mandioca e Fumo, e permanenetes de Laranja (30%), Noz (30%), Tangerina, Uva, Azeitona, Pêssego. Os principais rebanhos tem destaque para a criação bovina (60% em número de cabeças, sendo apenas 2% para produção de leite), Galináceos e Ovino. Em relação à produção industrial, destaca-se o pólo industrial de Santa Maria e a extração de areia nos trechos do médio e baixo Rio Vacacaí.

> A rede existente de monitoramento se mostrou suficiente em termos de quantidade de estações e período de dados para as estimativas realizadas no

Plano de Bacia, sendo que para o monitoramento da qualidade das águas, ressalta-se que o período de dados poderia ser maior para informações mais precisas; mas ainda assim a rede tem densidade adequada e deve ser mantida para que não se perca a qualidade das informações geradas com esse monitoramento. Ressaltasse que as estações de monitoramento existentes foram extremamente úteis para a validação dos modelos de simulação utilizados, com destaque para os pontos de monitoramento complementares fornecidos pela CORSAN, UFSM e Fundação MOA; ainda assim, é importante se ter em mente que a utilidade das informações geradas por pontos de monitoramento complementares é maior quando existe uma permanência na obtenção dos dados, bem como na manutenção dos locais de monitoramento por longos períodos.

- Em relação ao assoreamento dos corpos hídricos, a gestão de recursos hídricos do RS já possui um regramento específico sobre o assunto, através do Decreto do Desassoreamento (Decreto RS nº 52.701/2015), o qual Institui o Programa Estadual de Estímulo à Limpeza e Desassoreamento dos corpos hídricos superficiais, com o objetivo de reduzir os danos causados por cheias e enchentes. O mapeamento das outorgas concedidas para esta finalidade é percebido principalmente à jusante das regiões com maior potencial de erosão nas regiões da UPG Vacacaí-Mirim e UPG Alto Vacacaí.

Acerca das informações específicas obtidas no desenvolvimento deste diagnóstico, são destacados os seguintos pontos principais.

- Acerca do saneamento básico, apenas o município de Silveira Martins não possui Plano Municipal de Saneamento Básico.

  Conforme as informações diagnosticadas, apenas quatro municípios possuem ETE na região: Caçapava do Sul, Cachoeira do Sul, Santa Maria, e São Gabriel, sendo os dois últimos com pontos de lançamento dentro dos limites da bacia hidrográfica. Em termos de composição do tratamento dos esgotos sanitários gerados, Cachoeira do Sul (atendido pela CORSAN) tem 4,4% de tratamento, Santa Maria (também CORSAN), 67,1%, e São Gabriel (São Gabriel Saneamento S.A.) trata 17%; os demais municípios ou não possuem tratamento algum, ou são complementados por sistemas individuais (como fossas sépticas). Dentre os municípios com solução individual, os que mais destinam corretamente os efluentes domésticos por esse tipo de tratamento são Dilermando de Aguiar (93,7 %), Santa Margarida do Sul (65,8%) e Itaara (57,1%).

  Em comparação com as metas do Plano Nacional de Saneamento Básico[211], o percentual de tratamento para os municípios da região Sul do país deve chegar a 88,4% (2023) e 94% (2024); já o atendimento de domicílios rurais atendidos por rede ou solução individual é de 53,3% (2023) e 75% (2033); e domicílios urbanos é de 87,1% (2023) e 96% (2033).

[211] https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/plansab/RELATRIODEAVALIAOANUALDOPLANSAB20192.pdf

Em relação ao abastecimento de água, apenas o município de Santa Margarida do Sul não possui a integridade do abastecimento dos domicílios urbanos, apresentando um índice de 95%. Já em relação ao atendimento pleno de água (urbano e rural), apenas quatro municípios possuem índices acima de 80%: Santa Maria (95,1%), São Gabriel (89%), Cachoeira do Sul (86,6%) e Júlio de Castilhos (82,3%). Os destaques negativos são para os menores índices de atendimento total, de Santa Margarida do Sul (22%), Dilermando de Aguiar (32,4%) e Formigueiro (39,5%). Percebe-se claramente que tais índices estão muito associados à demografia do município, onde regiões com maior população urbana tendem a ter maiores índices de abastecimento, enquanto para as populações rurais, os índices são os piores, o que já indica a fragilidade na garantia do acesso à água potável das comunidades rurais da região.

Em comparação com as metas do Plano Nacional de Saneamento Básico, a meta de abastecimento total de água para a região Sul é de 99,5% para 2023 e 100% em 2033. Para o abastecimento urbano os índices são de 99,7 % (2023) e 100% (2033), e para rural, 97,3% (2023) e 100% (2033).

- Dentre as duas Unidades de Conservação localizadas dentro dos limites da bacia hidrográfica, a RPPN Moã (em Itaara) não apresenta trechos hídricos da hidrografia principal em seu interior, mas sim algumas nascentes e cascatas; já o Parque Natural Municipal Pedra do Segredo (em Caçapava do Sul) está adjacente ao trecho inicial do Arroio dos Lanceiros.
- Na região, foram identificadas as seguintes comunidades de interesse especial, dentro dos limites da bacia hidrográfica: TI Tekoá Guaviraty Porã; Comunidades quilombolas Picada das Vassouras, Rincão dos Martimianos, Recanto dos Evangélicos e Arnesto Pena, São Miguel; e os assentamentos de reforma agrária Novo Horizonte II, Santa Verônica, União Pela Terra, Madre Terra, Itaguaçu, Conquista Do Caiboaté, Carlos Mariguela I e II.

  Foi ainda registrado um conflito pelo uso da água entre algumas regiões do assentamento Carlos Mariguela e o Distrito Industrial de Santa Maria e a Central de Triagem e Compostagem de RSU da CRVR, no qual o Distrito Boca do Monte tem cadastrada uma Remediação de área degradada por disposição de resíduos sólidos urbanos.
- A disponibilidade hídrica superficial da bacia hidrográfica, é a quantidade de água disponível para satisfazer as demandas de água dos usuários que fazem captação nos cursos hídricos superficiais da bacia hidrográfica. É estimada por uma vazão de referência, definida para a região como a Q90, ou seja, representa a quantidade de água que pode ser garantida em um trecho de rio em 90% do tempo. As estimativas de disponibilidade hídrica foram realizadas por modelagem hidrológica pelo modelo MGB-IPH.

  A vazão total da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí-Mirim é obtida pelo somatório das vazões da UPG Baixo Vacacaí e UPG Vacacaí-Mirim, portanto a vazão média anual da bacia é de 219,41 m³/s e a Q90 anual é de 29,01 m³/s. As vazões médias e vazões de referência (Q90) para cada UPG são

respectivamente: Alto Vacacaí, no Rio Vacacaí, 53,56 m³/s e 5,90 m³/s; Médio Vacacaí, no Rio Vacacaí, 122,06 m³/s e 14,99 m³/s; Baixo Vacacaí, no Rio Vacacaí, 191,78 m³/s e 24,58 m³/s; Santa Bárbara, no Rio Santa Bárbara, 32,68 m³/s e 3,61 m³/s; São Sepé, no Rio São Sepé, 25,97 m³/s e 2,73 m³/s; e Vacacaí-Mirim, no Rio Vacacaí-Mirim, 27,63 m³/s e 4,44 m³/s.

- Foram avaliadas nesse diagnóstico as demanda hídricas conforme os usos principais identificados (ou seja, a necessidade por água para o atendimento de cada finalidade), as retiradas de água (porção de atendimento às demandas que é captada nos corpos hídricos superficiais), e o consumo efetivo de água (diferença entre a retirada dos rios e o retorno, na forma de escoamento superficial, esgotamento sanitário, lançamentos, etc.). A demanda média anual na bacia foi estimada em aproximadamente 20,05 m³/s, enquanto que as retiradas médias anuais correspondem a pouco mais do que 14,74 m³/s e já os consumos, 11,40 m³/s. Especificamente para a situação confortável do balanço hídrico (correspondente ao mês de julho), a demanda mensal foi estimada em 1,01 m³/s, as retiradas mensais em 1,16 m³/s e os consumos mensais 0,54 m³/s. Para a situação crítica (mês de novembro) a demanda mensal chegou a 40,06 m³/s, enquanto que as retiradas e consumos foram de 40,66 m³/s e 32,14 m³/s respectivamente.

  Percebe-se uma variação entre as demandas e retiradas, em função de as captações realizadas considerarem as outorgas de uso da água para abastecimento (que são ligeiramente maiores do que a demanda, para aumento da garantia do sistema) e o enchimento das quadras de arroz (os quais ocorre cerca de 15 dias antes do plantio).

- Foi realizado apenas o balanço hídrico quantitativo superficial em função das dificuldades em se definir as variáveis para o balanço hídrico subterrâneo. Ressalta-se, entretanto, que estudos específicos acerca das águas subterrâneas são necessários devido às diversas demandas serem atendidas por poços na região. O balanço hídrico quantitativo foi apresentado para o período confortável (mês de julho como referência), crítico (mês de novembro como referência) e de estiagem histórica (mês de março do ano de como referência)

  O balanço hídrico confortável resultou em vazão remanescente para o Rio Vacacaí em 24,6 m³/s, enquanto que na situação crítica resultou em 24,1 m³/s, e para a estiagem histórica cerca de 4 m³/s. Já em termos de estresse hídrico, a maioria dos trechos está em um limiar de até 10 % de consumo da vazão disponível na situação confortável (salvo parte alta da UPG São Sepé, onde há um estresse superior a 25%); para a situação crítica percebe-se que grande parte dos trechos se mantém com comprometimento abaixo de 10%, mas a UPG Vacacaí-Mirim apresenta mais de 50% da extensão de seus cursos de água com estresse acima de 25%; já na estiagem histórica nas UPGs São Sepé, Santa Bárbara e Vacacaí-Mirim, quase metade dos trechos apresentam estresse hídrico de 99 a 100%, já as demais apresentam pouco estresse, o que pode indicar que a demanda é realmente baixa nessas localidades ou então que os

usos registrados não estão adequados (em especial no Rio Vacacaízinho e nos arroios do Salso e do Arenal).

É importante ressaltar que as infraestruturas hídricas existentes na região (transposição do SAA de Santa Maria e o perímetro de irriação das barragens VAC's foram considerado de forma simplificada na modelagem, inserindo ou reduzindo as respectivas disponibilidades e demandas, e não foi considerado nenhum tipo de regra de operação desses sistemas em função de não se ter disponível tais informações.

Em termos de indicadores de escassez, que consideram o atendimento às demandas ao longo do ano, a bacia hidrográfica foi avaliada conforme os índices IRA (utilizado pela União Europeia) quanto pelo ICH (conforme o PERH-RS). Em relação ao IRA, a UPG Vacacaí-Mirim apresenta classificação considerada "situação crítica", necessitando gerenciamento e investimentos médios, a UPG São Sepé apresentou "situação confortável", com necessidade de gerenciamento de problemas locais e as UPGs Alto Vacacai, Médio Vacacaí, Baixo Vacacaí e Santa Bárbara apresentam "situação excelente". Considerando o ICH, apenas as UPGs Vacacaí-Mirim e São Sepé são consideradas especiais.

> A classificação atual da qualidade dos trechos de drenagem da bacia considerou cinco parâmetros: OD, DBO, Coliformes Termotolerantes (Coli), Fósforo (F) e Nitrogênio (N). O balanço hídrico superficial qualitativo considerou como disponibilidade hídrica para a diluição o resultado do balanço hídrico quantitativo (ou seja, vazão de referência remanescente após consumos para atendimento das demandas), e as cargas poluidoras pontuais e difusas. As cargas pontuais correspondem aos lançamentos dos sistemas de esgotamento sanitário dos municípios, bem como os lançamentos proporcionais à atividade industrial de cada município. Já as cargas difusas, correspondem ao potencial de geração de poluição da atividade agrícola e da criação animal.

Em relação à carga poluidora produzida na bacia, 66% da carga de DBO é oriunda da UPG Médio-Vacacaí, principalmente pelo esgoto sanitário e criação animal; para a carga de Coliformes, a UPG Médio-Vacacaí contribui com 40% e a UPG Alto-Vacacaí, 23%, sendo as maiores cargas resultantes da produção agrícola e criação animal; para o Fósforo, a UPG Médio-Vacacaí também é a que mais contribui, com 62%, e esse parâmetro está relacionado principalmente ao esgoto sanitário; a UPG Médio-Vacacaí também é responsável por 62% da carga produzida de Nitrogênio, associada à produção agrícola.

Em termos de DBO, a classificação atual apontou para Classe 1 em praticamente toda a bacia; porém trechos com qualidade inferior (2 e 3) podem ser observadas nos trechos iniciais, com menor vazão remanescente e menor capacidade de diluição da cargas, e no Arroio dos Lanceiros e trecho final do Arroio Grande. Para OD também registra-se predomínio de classe 1 nos rios principais, porém trechos com qualidade inferior são observadas nos trechos de drenagem iniciais; as UPGs São Sepé e Santa Barbara apresentam degradação maiores nos seus rios principais, chegando a classe 4 em vários trechos; já o Rio

Vacacaí apresentou classe 1 em praticamente todo seu trecho, com excessão de seu trecho de cabeceira, com classe 4. O parâmetro Coliformes pode ser considerado o mais crítico da região, com classe 4 em praticamente todos os trechos iniciais e intermediários; os rios principais dessas não registraram um padrão de melhoria da qualidade da água de montante à jusante, salvo o Rio Vacacaí onde os trechos intermediários apresentam melhorias da qualidade (classes 2 e 3) e classe 1 à jusante de São Gabriel até a sua foz. O parâmetro Fósforo total apresentou as piores qualidade nos trechos iniciais, mas os rios principais tiveram predomínio de classe 1, à excessão dos trechos iniciais e intermediários do Arroio Santa Bárbara e Rio São Sepé (classe 4). Para Nitrogênio, a classe 1 é predominante e somente alguns trechos apresentaram classe 3: Arroio Piraí, Arroio da Divisa, Arroio Cadena, Arroio Ferreira e Sanga Norte.

8.2 Sobre os dados

Acerca dos dados utilizados no desenvolvimento deste diagnóstico, são destacados alguns aspectos principais.

- Toda a caracterização dos usos de água foi realizada para o ano base de 2019. Para as estimativas de população, utilizou-se o Censo IBGE-2010 e as estimativas municipais IBGE-2018, projetando-se para cada setor censitário em 2019. Para as estimativas de produção agrícola e de criação animal, utilizou-se o Censo Agropecuário IBGE-2010 e as estimativas municipais IBGE-2018, projetando-se para cada município em 2019. A atividade industrial teve como base as informações provenientes do produto RAIS, enquanto que para mineração, utilizaram-se os dados do CFEM e poligonais do Departamento Nacional de Pesquisa Mineral DNPM. Finalmente, a caracterização do saneamento teve como base os dados do SNIS, Atlas de Esgoto, Atlas do Abastecimento de Água e PMSB.
- Conforme já comentado, a validação do uso e ocupação do solo não foi possível de ser realizada, em função da situação de pandemia da COVID-19; mas considera-se que os produtos do Projeto Mapbiomas são suficientes para as estimativas realizadas nesse estudo.
- Sobre as informações de saneamento básico, uma das maiores fontes de dados é o SNIS, pois possui a informação primária preenchida pelos próprios municípios acerca da sua situação. Entretanto, uma avaliação dos índices informados leva a uma ponderação se os dados estão preenchidos de forma adequada com a realidade, seja por estarem muito otimistas em comparação à realidade dos demais municípios da bacia hidrográfica e do Estado, ou por estar discrepante com outras bases de dados (outorga de uso da água, licenciamento ambiental, Atlas de Água e Esgoto, etc.).
- Apesar de para praticamente toda a bacia hidrográfica a rede de monitoramento ter sido suficiente para uma boa calibração e validação do modelo hidrológico e do balanço hídrico quali-quantitativo, devido à falta de rede ou pontos de monitoramento na UPG Santa Bárbara, as estimativas para

essa região foi realizada com calibração com base na bacia hidrográfica como um todo, mas sem possibilidade de validação.

- Os resultados de qualidade para o parâmetro Coliformes Termotolerantes nos trechos iniciais podem estar com a carga difusa superestimada, gerando uma qualidade talvez inferior à realidade em função também das menores vazões desses trechos; mas como não se tem monitoramento específico nessas localidades, não é possível realizar uma validação do modelo.
- Avalia-se que o Arroio Arenal não possui boa parte dos seus usos de água regularizados, e portanto o estresse hídrico estimado pode estar subestimado. É indispensável que as retiradas de água e intervenções em corpos hídricos estejam devidamente cadastradas nos sistemas de outorga do RS, e que estas correspondam à demanda hídrica das finalidades. Em especial, devem ser regularizadas todas as captações de abastecimento público (superficial e subterrânea) e para o atendimento à atividade de irrigação de arroz, principais usuários de água da bacia.
-

8.3 Oportunidades para a Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim

A partir do diagnóstico elaborado, é possível identificar alguns pontos os quais já se pode avaliar como necessidades da região. São apresentadas algumas oportunidades de atividades a serem desenvolvidas cujo equacionamento poderá culminar em efetivas intervenções que permitirão a gestão das águas da bacia hidrográfica e o melhor desenvolvimento das próximas etapas do Plano de Bacia.

- Incentivo a linhas de pesquisas de monitoramento em áreas de cabeceira, próximo aos trechos iniciais da drenagem simplificada considerada neste diagnóstico.
- Desenvolver trabalhos de levantamento de dados primários na UPG Santa Bárbara, a qual possui menos informações da bacia.
- Porporcionar capacitação, orientação e revisão assistida dos dados e informações preenchidas pelas Prefeituras Municipais em relação ao SNIS.
- Capacitar os usuários e incentivar a regularização dos usos de água no SIOUT RS, principalmente na sub-bacia do Arroio Arenal.
- Proporcionar um ambiente para discussão e orientação à regularização dos barramentos em especial no atendimento da Política de Segurança de Barragens, a partir das informações geradas no Relatório Técnico de Segurança de Barragens.

ANEXO

Anexo 1: Resultados de disponibilidade hídrica e balanço hídrico quali-qualitativo por trecho de drenagem

Trecho do Curso Hídrico	Identificador da Minibacia	Q90 (m³/s)	Vazão remanescente (m³/s)												Índice de Estresse Hídrico (%)												Classe de Qualidade (situação crítica)				
			Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	DBO	OD	Coliformes	Fósforo	Nitrogênio
Sem nome	188	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	2,42	2,29	1,29	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	1,31	2,14	4	4	3	4	3
Sem nome	238	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	4	4	4	4	3
Arroio Bossoroca	637	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	1	1	4	1	1
Arroio Bossoroca	661	0,28	0,21	0,21	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,21	25,70	24,70	16,90	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	17,00	23,50	1	2	4	4	1
Arroio Bossoroca	675	0,33	0,25	0,25	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,28	0,26	22,80	21,90	15,20	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	15,40	20,90	1	4	4	4	1
Arroio Cadena	33	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	1	1	3	1	1
Arroio Cadena	393	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	2	2	4	4	1
Arroio Cadena	514	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	4	4	2	4	3
Arroio Caiboate	648	0,29	0,21	0,25	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,15	0,24	0,21	28,00	12,40	0,36	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	47,40	15,90	27,90	1	1	4	1	1
Arroio Caiboate-Mirim	475	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	5,35	5,35	5,35	5,35	5,35	5,35	5,35	5,35	5,35	5,35	5,35	5,35	4	4	4	4	1
Arroio Caiboate-Mirim	599	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	1	1	4	1	1
Arroio Caiboate-Mirim	648	0,29	0,21	0,25	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,15	0,24	0,21	28,00	12,40	0,36	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	47,40	15,90	27,90	1	1	4	1	1
Arroio Cambaí	595	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	3,92	3,92	3,92	3,92	3,92	3,92	3,92	3,92	3,92	3,92	3,92	3,92	2	4	4	4	1
Arroio Cambaí	644	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	8,11	8,11	8,11	8,11	8,11	8,11	8,11	8,11	8,11	8,11	8,11	8,11	1	1	4	4	1
Arroio Cambaí	668	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	1	1	4	1	1
Arroio Cambaí	680	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	1	1	4	3	1
Arroio Cambaizinho	140	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	3	1	4	4	1
Arroio Cambaizinho	651	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	2	4	4	4	1
Arroio Cambaizinho	681	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	2,51	2,50	2,45	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,45	2,50	1	4	4	4	1
Arroio da Divisa	545	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	1,67	1,63	1,34	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,34	1,59	1	1	4	4	1
Arroio da Divisa	606	0,29	0,28	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,28	0,28	4,17	4,15	0,74	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	4,06	4,14	1	1	4	4	1
Arroio da Divisa	608	0,33	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,33	0,33	0,33	0,33	0,02	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00	81,90	81,90	0,05	0,05	0,05	0,05	94,50	100,00	100,00	4	1	4	4	3
Arroio da Divisa	655	0,40	0,23	0,23	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,21	0,23	43,20	43,10	1,01	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	47,10	43,00	1	1	4	4	1
Arroio da Divisa	657	0,48	0,00	0,00	0,00	0,21	0,21	0,48	0,48	0,48	0,34	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00	56,00	56,00	0,07	0,07	0,07	29,10	100,00	100,00	100,00	1	1	4	1	1
Arroio da Palma	543	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	2	3	4	4	1
Arroio das Canas	479	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	1	1	4	1	1
Arroio das Canas	603	0,30	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,29	0,85	0,80	0,45	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,46	0,75	1	1	4	1	1
Arroio das Canas	652	0,42	0,40	0,40	0,40	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,40	0,40	4,91	4,87	4,63	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	4,63	4,84	1	1	4	1	1
Arroio das Capivaras	508	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	1	1	4	4	1
Arroio das Capivaras	611	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1	1	4	1	1
Arroio do Arenal	678	1,65	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	1	2	1	1
Arroio do Arenal	687	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	1	2	1	1
Arroio do Arenal	694	2,19	2,10	2,10	2,10	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,10	2,10	4,03	4,03	4,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	4,02	4,03	1	1	3	1	1
Arroio do Domingos	516	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	2	4	4	4	1

Trecho do Curso Hídrico	Identificador da Minibacia	Q90 (m³/s)	Vazão remanescente (m³/s)												Índice de Estresse Hídrico (%)												Classe de Qualidade (situação crítica)				
			Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	DBO	OD	Coliformes	Fósforo	Nitrogênio
Arroio do Ingá	51	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	4,96	4,96	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,83	4,96	4,96	4	2	4	4	1
Arroio do Ingá	541	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	3,87	3,87	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,87	3,87	3	4	4	4	1
Arroio do Raimundo	548	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1	3	4	4	1
Arroio do Raimundo	616	0,29	0,22	0,22	0,22	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,00	0,22	23,50	23,50	23,50	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	100,00	23,50	1	1	4	3	1
Arroio do Salso	85	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	3,22	4	2	4	4	1
Arroio do Salso	593	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	1	1	4	3	1
Arroio do Salso	641	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	1	1	4	4	1
Arroio do Salso	665	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	1	1	3	1	1
Arroio do Salso	679	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	1	1	3	1	1
Arroio do Salso	688	1,08	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	1	1	3	1	1
Arroio do Salso	695	1,21	0,85	0,85	1,19	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	0,70	0,47	0,85	29,80	29,60	1,23	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	41,80	61,10	29,30	1	1	2	1	1
Arroio do Salso	700	1,37	0,81	0,82	1,34	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	0,27	0,47	0,83	41,10	40,50	2,58	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	80,30	65,50	39,80	1	1	2	1	1
Arroio dos Lanceiros	151	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	4,66	4,66	4,66	4,66	4,66	4,66	4,66	4,66	4,66	4,66	4,66	4,66	2	1	4	4	1
Arroio dos Lanceiros	537	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	4	4	4	4	1
Arroio dos Lanceiros	605	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1	2	4	4	1
Arroio dos Lanceiros	654	0,32	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	4	4	3	4	1
Arroio dos Lourenços	496	0,24	0,01	0,01	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,05	0,01	96,30	96,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	77,50	96,30	1	3	4	4	1
Arroio Ferreira	513	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	1	1	4	4	1
Arroio Ferreira	632	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	1	4	3	4	3
Arroio Garrucho	590	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4	4	4	4	1
Arroio Garrucho	637	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	1	1	4	1	1
Arroio Grande	467	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	1	1	4	1	1
Arroio Grande	557	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	2	2	4	4	1
Arroio Grande	591	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	1	2	1	1
Arroio Grande	638	0,74	0,50	0,50	0,54	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,31	0,50	32,40	32,40	27,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	58,10	32,40	1	1	3	1	1
Arroio Grande	662	1,48	1,18	1,18	1,25	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	0,00	1,18	20,00	20,00	15,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	20,00	4	2	4	4	1
Arroio Lajeadinho	624	0,08	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	42,60	42,60	42,60	42,60	42,60	42,60	42,60	42,60	42,60	42,60	42,60	42,60	1	4	4	4	1
Arroio Lajeado	53	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	3	2	4	4	1
Arroio Lajeado	502	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1	4	4	4	1
Arroio Laranjeira	507	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	5,27	5,27	5,27	5,27	5,27	5,27	5,27	5,27	5,27	5,27	5,27	5,27	4	4	4	4	1
Arroio Passo das Tropas	667	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	1	2	1	1
Arroio Pessegueiro	621	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1	2	4	4	1
Arroio Picadinha	643	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	1	1	4	1	1
Arroio Picadinha	667	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	1	2	1	1
Arroio Piraí	50	0,06	0,00	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,00	100,00	100,00	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	100,00	100,00	4	1	4	4	3
Arroio Piraí	540	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	2	2	4	4	1

Trecho do Curso Hídrico	Identificador da Minibacia	Q90 (m³/s)	Vazão remanescente (m³/s)												Índice de Estresse Hídrico (%)												Classe de Qualidade (situação crítica)				
			Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	DBO	OD	Coliformes	Fósforo	Nitrogênio
Arroio Piraí	604	0,20	0,08	0,08	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00	0,08	59,90	59,00	4,14	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	100,00	58,00	4	1	4	4	3
Arroio Piraí	653	0,26	0,10	0,10	0,24	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,05	0,11	63,40	61,30	9,50	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	80,90	58,90	1	2	4	4	1
Arroio Santa Barbara	465	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	2	2	4	4	1
Arroio Santa Barbara	589	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	1	1	4	1	1
Arroio Santa Barbara	636	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	1	1	4	3	1
Arroio Santa Barbara	660	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	3	4	2	4	1
Arroio Santa Barbara	674	0,97	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	3	4	2	4	1
Arroio Santa Barbara	683	1,20	1,16	1,16	1,16	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,16	1,16	3,81	3,81	3,81	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	3,81	3,81	3	4	3	4	1
Arroio Santa Barbara	690	1,28	1,23	1,23	1,23	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,23	1,23	3,72	3,72	3,72	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	3,72	3,72	1	4	3	4	1
Arroio Santa Barbara	697	1,66	1,49	1,49	1,53	1,58	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,55	1,49	1,49	9,92	9,92	7,55	4,89	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	6,46	9,92	9,92	1	4	3	4	1
Arroio Santa Barbara	702	1,93	1,51	1,51	1,80	1,85	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,82	1,51	1,51	21,80	21,70	6,70	4,28	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	5,62	21,50	21,70	1	4	2	4	1
Arroio Santa Barbara	706	2,04	1,47	1,52	1,91	1,96	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,93	1,63	1,47	28,10	25,60	6,35	4,06	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	5,33	20,30	28,00	1	4	2	4	1
Arroio São Gabriel	18	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	3	3	4	4	1
Arroio São Gabriel	492	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	1	2	4	4	1
Arroio São Rafael	473	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	1	1	4	1	1
Arroio São Rafael	597	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	1	1	4	1	1
Arroio São Rafael	646	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	1	2	4	4	1
Arroio São Rafael	669	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1	3	4	4	1
Arroio Sarandi	468	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	2	4	4	4	1
Arroio Sarandi	640	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	1	1	4	1	1
Arroio Sarandi	664	0,74	0,72	0,73	0,73	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,73	0,73	2,11	1,95	0,72	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,74	1,76	1	1	2	1	1
Arroio Sarandi	678	1,65	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	1	2	1	1
Arroio Taquara	471	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	1	1	4	4	1
Arroio Taquara	643	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	1	1	4	1	1
Restinga Santo Antonio	499	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	3	1	4	4	1
Restinga Santo Antonio	625	0,08	0,00	0,00	0,06	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,06	0,00	100,00	100,00	27,10	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	28,00	99,20	1	3	4	4	1
Restinga Santo Antonio	645	0,27	0,14	0,15	0,23	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,23	0,16	47,90	44,20	16,10	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	16,60	40,00	1	1	4	1	1
Rio dos Corvos	563	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	3	2	4	4	1
Rio dos Corvos	592	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	1	1	4	3	1
Rio dos Corvos	639	0,55	0,31	0,31	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,36	0,31	43,00	43,00	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	34,60	43,00	1	2	4	4	1
Rio dos Corvos	663	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	1	1	3	1	1
Rio dos Corvos	677	1,80	1,23	1,23	1,63	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,23	1,23	31,80	31,80	9,31	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	31,60	31,70	1	1	2	1	1
Rio dos Corvos	686	2,12	2,00	2,00	2,02	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	1,55	2,00	5,97	5,82	4,62	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	27,00	5,63	1	1	2	1	1
Rio dos Corvos	693	2,27	2,04	2,05	2,17	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	1,46	2,05	10,00	9,88	4,52	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	35,80	9,72	1	1	2	1	1
Rio Santa Barbara	710	2,96	2,28	2,34	2,75	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,86	2,54	2,28	22,70	20,90	6,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,27	14,10	22,90	1	1	2	1	1
Rio Santa Barbara	714	3,20	3,09	3,10	3,16	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,12	3,10	3,32	3,21	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,37	3,08	1	1	1	1	1
Rio Santa Barbara	718	3,58	3,06	3,06	3,49	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,49	3,19	3,06	14,60	14,60	2,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,62	10,90	14,60	1	1	2	1	1

Trecho do Curso Hídrico	Identificador da Minibacia	Q90 (m³/s)	Vazão remanescente (m³/s)												Índice de Estresse Hídrico (%)												Classe de Qualidade (situação crítica)				
			Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	DBO	OD	Coliformes	Fósforo	Nitrogênio
Rio Santa Barbara	722	3,61	3,05	3,05	3,51	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,52	3,22	3,05	15,60	15,60	2,73	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	2,61	10,80	15,50	1	1	2	1	1
Rio São Sepe	675	0,33	0,25	0,25	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,28	0,26	22,80	21,90	15,20	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	15,40	20,90	1	4	4	4	1
Rio São Sepe	684	0,68	0,60	0,61	0,63	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,63	0,61	11,10	10,70	7,53	5,73	5,73	5,73	5,73	5,73	5,73	5,73	7,59	10,20	1	2	3	4	1
Rio São Sepe	691	0,83	0,75	0,75	0,78	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,77	0,76	9,42	9,08	6,47	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	6,52	8,68	1	3	2	4	1
Rio São Sepe	698	0,97	0,89	0,89	0,91	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,91	0,90	8,17	7,88	5,65	4,38	4,38	4,38	4,38	4,38	4,38	4,38	5,69	7,54	1	2	3	4	1
Rio São Sepe	703	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	1	1	2	1	1
Rio São Sepe	707	1,29	1,20	1,20	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,21	1,20	1,20	7,22	7,22	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	6,50	7,22	7,22	1	4	3	4	1
Rio São Sepe	711	1,43	1,13	1,13	1,31	1,31	1,31	1,37	1,37	1,31	1,31	1,23	1,17	1,14	21,10	21,10	8,21	8,21	8,21	3,98	3,98	8,21	8,21	14,00	18,10	20,30	1	4	2	4	1
Rio São Sepe	715	1,97	1,90	1,90	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,94	1,90	1,90	3,52	3,52	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	1,05	3,52	3,52	1	1	2	1	1
Rio São Sepe	719	2,29	1,24	1,29	2,15	2,29	2,29	2,29	2,29	2,29	2,29	2,22	0,58	1,22	45,70	43,50	5,87	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	3,07	74,50	46,80	1	1	4	1	1
Rio São Sepe	723	2,57	2,03	2,12	2,37	2,57	2,57	2,57	2,57	2,57	2,57	2,35	2,03	2,03	21,10	17,50	7,97	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	8,72	21,10	21,10	1	1	2	1	1
Rio São Sepe	725	2,73	1,80	1,84	2,73	2,73	2,73	2,73	2,73	2,73	2,73	2,67	1,80	1,80	33,90	32,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,23	33,90	33,90	1	1	2	1	1
Rio Vacacaí	464	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	3,04	3,04	3,04	3,04	3,04	3,04	3,04	3,04	3,04	3,04	3,04	3,04	3	4	4	4	1
Rio Vacacaí	588	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	1	4	4	4	1
Rio Vacacaí	635	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	1	1	4	1	1
Rio Vacacaí	659	0,53	0,49	0,49	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,49	0,49	8,05	8,05	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	8,05	8,05	1	1	4	3	1
Rio Vacacaí	673	0,60	0,55	0,55	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,55	0,55	7,39	7,39	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	7,39	7,39	1	1	4	4	1
Rio Vacacaí	682	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	1	1	2	1	1
Rio Vacacaí	689	1,08	0,94	0,95	1,03	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,03	0,97	12,20	11,30	4,13	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	4,27	10,20	1	1	2	1	1
Rio Vacacaí	696	1,51	1,46	1,46	1,50	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,50	1,46	3,58	3,47	0,48	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,50	3,34	1	1	2	1	1
Rio Vacacaí	701	1,59	1,19	1,19	1,26	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,06	1,19	25,20	25,10	20,70	8,94	8,94	8,94	8,94	8,94	8,94	8,94	33,30	24,90	1	4	2	4	1
Rio Vacacaí	705	2,14	2,13	2,13	2,13	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,13	2,13	0,17	0,16	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,14	1	1	2	1	1
Rio Vacacaí	709	2,64	2,29	2,29	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63	1,88	13,20	13,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,70	1	1	1	1	1
Rio Vacacaí	713	2,69	2,06	2,06	2,69	2,69	2,69	2,69	2,69	2,69	2,69	2,69	1,55	1,65	23,60	23,60	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,60	38,60	1	1	1	1	1
Rio Vacacaí	717	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	1	1	1	1	1
Rio Vacacaí	721	4,62	4,01	4,31	4,32	4,33	4,62	4,62	4,62	4,62	4,33	4,33	4,03	4,02	13,10	6,76	6,50	6,35	0,00	0,00	0,00	0,00	6,35	6,35	12,90	13,10	1	1	1	1	1
Rio Vacacaí	724	5,40	5,39	5,39	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	0,12	0,11	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,10	1	1	1	1	1
Rio Vacacaí	726	5,90	5,84	5,85	5,88	5,90	5,90	5,90	5,90	5,90	5,90	5,90	5,88	5,85	0,96	0,88	0,32	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,33	0,80	1	1	1	1	1
Rio Vacacaí	727	6,03	5,64	5,65	6,00	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03	6,00	5,41	5,65	6,52	6,39	0,52	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,55	10,30	6,27	1	1	1	1	1
Rio Vacacaí	728	6,14	5,41	5,43	6,09	6,14	6,14	6,14	6,14	6,14	6,14	6,11	5,16	5,44	11,90	11,60	0,83	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,55	16,10	11,50	1	1	1	1	1
Rio Vacacaí	729	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	0,07	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,06	1	1	1	1	1
Rio Vacacaí	730	10,18	9,78	9,78	9,94	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20	10,10	9,60	9,76	3,89	3,89	2,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	5,63	4,07	1	1	1	1	1
Rio Vacacaí	731	10,31	10,30	10,30	10,30	10,30	10,30	10,30	10,30	10,30	10,30	10,30	10,30	10,30	0,21	0,19	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,17	1	1	1	1	1
Rio Vacacaí	732	11,29	11,10	11,10	11,20	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,20	11,10	1,34	1,61	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	1,66	1	1	1	1	1
Rio Vacacaí	733	11,83	11,20	11,30	11,60	11,80	11,80	11,80	11,80	11,80	11,80	11,70	11,40	11,30	4,97	4,06	2,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	4,01	4,08	1	1	1	1	1
Rio Vacacaí	734	12,25	11,20	11,30	11,60	12,20	12,20	12,20	12,20	12,20	12,20	11,80	11,40	11,30	8,49	7,54	5,17	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	3,48	6,97	7,48	1	1	1	1	1
Rio Vacacaí	735	14,98	13,10	13,20	14,80	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	14,80	13,10	13,10	12,50	12,00	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,93	12,50	12,50	1	1	1	1	1

Trecho do Curso Hídrico	Identificador da Minibacia	Q90 (m³/s)	Vazão remanescente (m³/s)											Índice de Estresse Hídrico (%)											Classe de Qualidade (situação crítica)				
			Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	DBO	OD	Coliformes	Fósforo	Nitrogênio
Rio Vacacaí	736	15,09	10,60	14,60	15,10	15,10	15,10	15,10	15,10	15,10	15,10	15,10	10,90	10,60	30,00	3,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,90	30,00	1	1	1	1	1
Rio Vacacaí	737	15,34	14,80	15,30	15,30	15,30	15,30	15,30	15,30	15,30	15,30	15,30	14,80	14,80	3,54	0,48	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,51	3,53	1	1	1	1	1
Rio Vacacaí	738	15,89	15,70	15,80	15,90	15,90	15,90	15,90	15,90	15,90	15,90	15,90	15,70	15,70	1,20	0,60	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,19	1,20	1	1	1	1	1
Rio Vacacaí	739	16,10	14,80	15,40	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,00	15,00	14,80	7,76	4,58	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	6,64	7,75	1	1	1	1	1
Rio Vacacaí	740	19,92	18,30	18,70	19,90	19,90	19,90	19,90	19,90	19,90	19,90	19,90	18,30	18,30	8,08	6,12	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,05	8,07	1	1	1	1	1
Rio Vacacaí	741	24,57	24,10	24,20	24,60	24,60	24,60	24,60	24,60	24,60	24,60	24,40	24,10	24,10	1,99	1,51	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,73	1,96	1,98	1	1	1	1	1
Rio Vacacaí	742	24,57	24,10	24,20	24,60	24,60	24,60	24,60	24,60	24,60	24,60	24,40	24,10	24,10	1,99	1,51	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,73	1,96	1,98	1	1	1	1	1
Rio Vacacaí-Mirim	15	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	1	4	3	1
Rio Vacacaí-Mirim	490	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	1	1	4	3	1
Rio Vacacaí-Mirim	615	0,35	0,00	0,00	0,05	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,00	0,00	100,00	100,00	86,40	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	100,00	100,00	1	2	4	1	1
Rio Vacacaí-Mirim	662	1,48	1,18	1,18	1,25	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	0,00	1,18	20,00	20,00	15,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	20,00	4	2	4	4	1
Rio Vacacaí-Mirim	676	1,74	1,68	1,68	1,70	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,61	1,68	3,39	3,39	2,41	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	7,68	3,39	1	1	2	1	1
Rio Vacacaí-Mirim	685	1,96	0,90	0,90	1,57	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	0,92	0,90	54,20	54,00	19,80	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	53,20	53,80	1	1	3	1	1
Rio Vacacaí-Mirim	692	2,37	1,82	1,92	2,31	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,24	1,82	1,82	23,20	18,90	2,45	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	5,72	23,20	23,20	1	1	2	1	1
Rio Vacacaí-Mirim	699	2,51	1,83	1,97	2,45	2,48	2,48	2,48	2,48	2,48	2,48	2,34	1,83	1,83	27,00	21,30	2,33	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	6,73	27,00	27,00	1	1	2	1	1
Rio Vacacaí-Mirim	704	3,43	2,98	3,18	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,36	3,15	2,98	13,00	7,18	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	1,92	8,23	13,00	1	1	2	1	1
Rio Vacacaí-Mirim	708	3,67	3,05	3,05	3,15	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,11	3,02	3,05	16,80	16,80	14,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,10	17,70	16,80	1	1	4	1	1
Rio Vacacaí-Mirim	712	3,91	2,79	2,84	3,39	3,91	3,91	3,91	3,91	3,91	3,91	3,36	2,76	2,79	28,70	27,50	13,20	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	14,20	29,50	28,70	1	1	3	1	1
Rio Vacacaí-Mirim	716	4,08	2,68	2,73	3,55	4,08	4,08	4,08	4,08	4,08	4,08	3,53	2,82	2,69	34,20	33,00	13,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	13,60	30,90	34,10	1	1	2	1	1
Rio Vacacaí-Mirim	720	4,43	1,67	1,57	4,40	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43	3,70	1,68	62,30	64,60	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,60	62,00	1	1	2	1	1
Rio Vacacaizinho	483	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1	3	4	4	1
Rio Vacacaizinho	607	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1	3	4	4	1
Rio Vacacaizinho	656	0,29	0,28	0,28	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,28	0,28	6,21	5,85	3,11	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	3,16	5,43	1	3	4	4	1
Sanga Funda	618	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	1	4	4	4	1
Sanga Carole	573	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	2	2	4	4	1
Sanga da Areia	525	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	1	1	4	4	1
Sanga da Barraca	634	0,10	0,04	0,04	0,06	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,06	0,05	0,04	65,40	63,80	40,60	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	44,60	51,80	61,90	1	1	4	1	1
Sanga da Limeira	489	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	2	2	4	4	1
Sanga da Limeira	614	0,26	0,22	0,22	0,22	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,22	0,22	15,60	15,50	14,80	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	14,80	15,40	1	4	4	4	1
Sanga da Pedra	596	0,13	0,04	0,04	0,10	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,10	0,05	71,80	66,20	24,00	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	24,80	59,80	1	1	4	1	1
Sanga da Pitangueira	509	0,17	0,09	0,14	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,14	0,09	0,09	46,50	19,90	6,89	6,89	6,89	6,89	6,89	6,89	6,89	19,90	46,50	46,50	4	4	4	4	1
Sanga da Porteira	87	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	34,50	34,50	34,50	34,50	34,50	0,19	0,19	34,50	34,50	34,50	34,50	34,50	1	1	4	3	1
Sanga da Porteira	504	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	4,37	4,37	4,37	4,37	4,37	4,37	4,37	4,37	4,37	4,37	4,37	4,37	4	4	4	4	1
Sanga da Porteira	619	0,25	0,00	0,00	0,22	0,23	0,23	0,25	0,25	0,23	0,23	0,23	0,00	0,00	100,00	100,00	11,40	9,77	9,77	0,25	0,25	9,77	9,77	9,77	100,00	100,00	1	1	4	1	1
Sanga da Porteira	629	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	1	4	4	4	1
Sanga do Lajeado	578	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	2	3	4	4	1
Sanga do Pesqueiro	494	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	15,70	14,60	6,68	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	6,83	13,40	2	4	4	4	1

Trecho do Curso Hídrico	Identificador da Minibacia	Q90 (m³/s)	Vazão remanescente (m³/s)												Índice de Estresse Hídrico (%)												Classe de Qualidade (situação crítica)				
			Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	DBO	OD	Coliformes	Fósforo	Nitrogênio
Sanga do Pesqueiro	620	0,15	0,09	0,09	0,13	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,10	0,09	37,10	36,60	13,80	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	33,50	36,20	1	4	4	4	1
Sanga do Pique	539	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	2	3	4	4	1
Sanga do Velocindo	11	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	3	3	4	4	1
Sanga do Velocindo	611	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1	1	4	1	1
Sanga dos Aires	553	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	1	1	4	4	1
Sanga Funda	487	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,41	0,41	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	1	1	4	1	1
Sanga Funda	491	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	3	4	4	4	1
Sanga Funda	596	0,13	0,04	0,04	0,10	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,10	0,05	71,80	66,20	24,00	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	24,80	59,80	1	1	4	1	1
Sanga Funda	612	0,29	0,00	0,08	0,11	0,12	0,12	0,29	0,29	0,12	0,12	0,11	0,00	0,00	100,00	72,30	63,50	58,80	58,80	0,77	0,77	58,80	58,80	62,80	100,00	100,00	1	1	4	1	1
Sanga Funda	617	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	1	4	4	4	1
Sanga Funda	645	0,27	0,14	0,15	0,23	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,23	0,16	47,90	44,20	16,10	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	16,60	40,00	1	1	4	1	1
Sanga Funda	650	0,26	0,15	0,16	0,22	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,22	0,16	42,40	39,10	14,20	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	14,60	35,40	1	1	4	1	1
Sanga Funda	671	0,38	0,02	0,03	0,09	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,13	0,09	0,04	94,60	92,40	75,50	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	65,90	75,80	89,90	1	1	4	3	1
Sanga Grande	470	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	3	2	4	4	1
Sanga Grande	594	0,22	0,17	0,17	0,21	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,21	0,18	20,90	19,80	5,10	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	5,26	18,50	1	1	4	1	1
Sanga Grande	623	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	6,17	5,75	2,61	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	2,67	5,28	1	2	4	4	1
Sanga Grande	642	0,46	0,41	0,42	0,44	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,44	0,42	10,20	9,39	3,41	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	3,52	8,48	1	1	4	1	1
Sanga Grande	666	0,58	0,54	0,54	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,55	0,55	0,54	7,74	7,55	0,85	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	5,28	6,12	7,33	1	1	3	1	1
Sanga Passo do Bento	474	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	2	2	4	4	1
Sanga Passo do Bento	598	0,32	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,31	0,31	3,24	3,00	1,17	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,20	2,72	1	1	4	1	1
Sanga Passo do Bento	620	0,15	0,09	0,09	0,13	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,10	0,09	37,10	36,60	13,80	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	33,50	36,20	1	4	4	4	1
Sanga Passo do Bento	647	0,50	0,43	0,43	0,47	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,44	0,43	13,20	13,00	4,95	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	10,90	12,60	1	1	4	4	1
Sanga Sete Cabeças	20	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	2	2	4	4	1
Sanga Trancoso	649	0,44	0,36	0,37	0,41	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,41	0,38	16,90	15,60	5,64	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	5,83	14,10	1	1	4	1	1
Sanga Trancoso	670	0,51	0,09	0,32	0,44	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,27	0,20	0,11	81,40	37,10	14,10	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	46,70	61,10	78,10	1	1	4	1	1
Rio Vacacaí	701	1,59	1,19	1,19	1,26	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,06	1,19	25,20	25,10	20,70	8,94	8,94	8,94	8,94	8,94	8,94	8,94	33,30	24,90	1	1	2	4	1