

# PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO QUARAÍ

Versão 2 – Final

Revisão 2018 - 2022

# COMPOSIÇÃO ATUAL DO COMITÊ DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO QUARAÍ

Presidente: Nelson Narvaes

Vice-Presidente: Silvino Vicente Panziera

Secretária Executiva: Simone Trojan

## Grupo I - Representantes dos Usuários da Água

- a. Abastecimento Público: 01 vaga
  - i. CORSAN: Tiago Moraes Dellanhese
  - ii. Prefeitura Municipal da Barra do Quaraí: Franco Jonas da Costa
- b. Esgotamento Sanitário: 01 vaga
  - i. CORSAN: João Carlos Melo Noronha
- c. Resíduos Sólidos e Drenagem Urbana: 01 vaga
  - i. Prefeitura Municipal da Barra do Quaraí: Franco Jonas da Costa
- d. Produção Rural: 03 vagas
  - i. Titular - Sindicato Rural da Barra do Quaraí: Nelson Narvaes
  - ii. Titular - Sindicato Rural de Uruguaiana: Sandra Maria Dala Porta Machado
  - iii. Titular - Associação de Arrozeiros de Uruguaiana: Silvino Vicente Panziera
  - iv. Suplente - Sindicato Rural de Quaraí: Ivo Gregório Lima Wagner
- e. Indústria: 01 vaga
  - i. Cooperativa Arrozeira de Uruguaiana (CAUL): Ângelo Dovigi Filho
- f. Lazer e Turismo: 01 vaga
  - i. Tamandaré late Club: Werner Arns

## Grupo II - Representantes da População

- a. Legislação Estadual e Municipal: 02 vagas
  - i. Câmara Municipal da Barra do Quaraí: Luiz Fernando Alonso
- b. Associações Comunitárias: 01 vaga
  - i. Aguardando representações
- c. Instituições de Ensino, Pesquisa e Extensão: 02 vagas
  - i. Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Campus Uruguaiana: Carlos Frederico Ceccon Lanes
  - ii. Instituto Riograndense do Arroz (IRGA): Ivo Mello
- d. Organizações Ambientalistas: 01 vaga
  - i. Grupo Atelier Saladero: Argemiro da Rosa Rocha
- e. Associações de Profissionais: 02 vagas
  - i. Titular - Sociedade Uruguaianense de Médicos Veterinários: Harold Guedes da Luz
  - ii. Titular - Associação Santanense de Engenheiros Agrônomos: Gaspar Acacio Oliveira Santana
  - iii. Suplente - Associação dos Engenheiros e Agrônomos de Uruguaiana: Rogério Perachia Machado

## ÍNDICE DE CONTEÚDO

<b>1. PREFÁCIO</b> .....	<b>6</b>
<b>2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL</b> .....	<b>6</b>
2.1 RELEVO, GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA .....	8
2.2 SOLOS .....	12
<b>2.2.1 Uso do solo</b> .....	<b>14</b>
2.3 CLIMA .....	15
<b>2.3.1 Evaporação</b> .....	<b>16</b>
2.4 PRECIPITAÇÃO .....	16
2.5 HIDROLOGIA .....	19
<b>2.5.1 Fluviometria</b> .....	<b>22</b>
<b>2.5.2 Extremos hidrológicos da bacia</b> .....	<b>25</b>
2.6 HIDROGEOLOGIA.....	27
<b>2.6.1 Vulnerabilidade de águas subterrâneas</b> .....	<b>35</b>
2.7 DISPONIBILIDADE E USOS DA ÁGUA.....	39
<b>2.7.1 Abastecimento</b> .....	<b>39</b>
<b>2.7.2 Irrigação e dessedentação animal</b> .....	<b>41</b>
<b>2.7.3 Outros Usos Minoritários</b> .....	<b>43</b>
<b>2.7.4 Conflitos</b> .....	<b>44</b>
2.8 QUALIDADE DA ÁGUA .....	44
<b>2.8.1 Conceitos dos principais parâmetros de qualidade da água</b> .....	<b>44</b>
<b>2.8.2 Considerações sobre dados históricos de qualidade da água na bacia</b> .....	<b>45</b>
2.9 EFLUENTES.....	49
2.10 HIDROSEDIMENTOLOGIA .....	51
<b>2.10.1 Relação da extração mineral na bacia e a justificativa para análise hidrossedimentológica</b> .....	<b>54</b>
2.11 REFERÊNCIAS UTILIZADAS E CONSULTADAS.....	54
<b>3. DIAGNÓSTICO SOCIAL, ECONÔMICO E DEMOGRÁFICO</b> .....	<b>55</b>
3.1 ANÁLISE HISTÓRICA DO DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA .....	57
<b>3.1.1 Plano de desenvolvimento da fronteira sudoeste</b> .....	<b>58</b>
<b>3.1.2 Década de 90 e o progresso nos municípios e setores da bacia hidrográfica do rio Quaraí</b> .....	<b>59</b>
3.2 BARRA DO QUARÁÍ.....	59
3.3 URUGUAIANA .....	60
3.4 QUARÁÍ .....	61
3.5 SANT'ANA DO LIVRAMENTO .....	62
3.6 REFERÊNCIAS .....	63
<b>4. DIAGNÓSTICO SOBRE O SISTEMA INSTITUCIONAL DE GESTÃO</b> .....	<b>63</b>
4.1 MARCO LEGAL-ADMINISTRATIVO .....	64
4.2 SISTEMA DE GESTÃO VIGENTE .....	65
4.3 DEBILIDADES E FORTALEZAS DO SISTEMA ATUAL DE GESTÃO .....	67
4.4 REFERÊNCIAS UTILIZADAS E CONSULTADAS.....	67
<b>5. CONCLUSÃO DO DIAGNÓSTICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO QUARÁÍ</b> .....	<b>68</b>
<b>6. PROGNÓSTICO E PROPOSTAS</b> .....	<b>69</b>
6.1 PREPONDERÂNCIA DAS ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS, COMÉRCIO TRANSFRONTEIRIÇO E DIVERSIFICAÇÃO GRADUAL DAS ATIVIDADES GERADORAS DE RENDA .....	69
6.2 PARTICIPAÇÃO SOCIAL .....	70
<b>6.2.1 Monitoramento do Mexilhão Dourado</b> .....	<b>71</b>
<b>6.2.2 Rota Saladero</b> .....	<b>71</b>
<b>6.2.3 Ilha Brasileira, o coração da Tríplice Fronteira (Brasil, Uruguai, Argentina)</b> .....	<b>72</b>
<b>6.2.4 Educação Ambiental e Cultural das populações da Bacia Hidrográfica do Rio Quaraí</b> .....	<b>73</b>
6.3 ARRANJO INSTITUCIONAL EFICIENTE .....	73
6.4 PLANEJAMENTO E MANEJO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	74
6.5 USO E OCUPAÇÃO ADEQUADOS DA BACIA DO RIO QUARÁÍ.....	74
6.6 EDUCAÇÃO AMBIENTAL .....	75
6.7 SERVIÇOS AMBIENTAIS.....	75
6.8 MEDIDAS EMERGENCIAIS .....	76
6.9 HIERARQUIZAÇÃO DAS AÇÕES PROPOSTAS.....	77
6.10 AÇÕES.....	78
6.11 REFERÊNCIAS UTILIZADAS E CONSULTADAS.....	82
<b>7. ESTIMATIVA DOS CUSTOS DAS AÇÕES</b> .....	<b>83</b>
7.1 ORÇAMENTO DA PROPOSTA DE SERVIÇOS AMBIENTAIS.....	84
<b>8. COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA</b> .....	<b>84</b>
<b>9. ENQUADRAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS</b> .....	<b>85</b>
9.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE AFLUENTES .....	85
9.2 CLASSES DE ENQUADRAMENTO.....	86
9.3 USOS DO SOLO EM RELAÇÃO AO ENQUADRAMENTO .....	87
9.4 LEVANTAMENTO DE DADOS PARA ENQUADRAMENTO.....	87
9.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	87
9.6 ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO.....	89
<b>10. ANEXO 1 - MEMORANDO 337/2019 DECE/SUTRA/CORSAN</b> .....	<b>91</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Uso do solo na bacia do rio Quaraí.....	14
Tabela 2. Relação dos postos pluviométricos localizados no Brasil. Fonte: KAYSER, 2014. ....	17
Tabela 3. Relação dos postos pluviométricos localizados no Uruguai.....	17
Tabela 4. Estações de monitoramento de nível ou vazão nas porções brasileira e uruguaia da bacia hidrográfica do rio Quaraí. ....	23
Tabela 5. Precipitação pluviométrica e vazão no rio Quaraí, no período de 1968 até 1991. Fonte: FEPAGRO de Sant’Ana do Livramento, DNAEE de Quaraí, DNM de Rivera e Artigas e DNH-MTOP do Uruguai. ....	23
Tabela 6. Vazões de permanência do Rio Quaraí. ....	24
Tabela 7. Vazões críticas no rio Quaraí para meses de menor disponibilidade hídrica.....	24
Tabela 8. Vazões e níveis estimados para diferentes tempos de retorno.....	26
Tabela 9. Poços de captação de água subterrânea ativos na bacia hidrográfica do rio Quaraí. Fonte: CPRM / SIAGAS.....	30
Tabela 10. Definição das classes de vulnerabilidade natural. Fonte: FOSTER et al.,2006. ....	38
Tabela 11. Quantidade estimada de agrotóxicos utilizada na bacia do rio Quaraí, fração uruguaia.....	49
Tabela 12. Informações sobre as estações de tratamento existentes em Quaraí. Fonte: ANA, 2017. ....	50
Tabela 13. Participação percentual dos principais produtos no valor total da exportações do Rio Grande do Sul, com informações de charque, couro e lã oriundo da fronteira Oeste. Fonte: AREND; CÁRIO 2005.....	57
Tabela 14. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus componentes na Barra do Quaraí. Fonte: PNUD, IPEA e FJP. ....	59
Tabela 15. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus componentes em Uruguaiana. Fonte: PNUD, IPEA e FJP. ....	60
Tabela 16. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus componentes em Quaraí. Fonte: PNUD, IPEA e FJP.....	61
Tabela 17. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus componentes no Município de Sant’Ana do Livramento. Fonte: PNUD, IPEA e FJP. ....	62
Tabela 18. Chave de hierarquização das ações. ....	77
Tabela 19. Hierarquização das ações proposta. ....	83
Tabela 20. Orçamento detalhado do projeto, com respectivas justificativas.....	84
Tabela 21. Média das concentrações dos parâmetros de qualidade da água do rio Quaraí, conforme monitoramento partindo do início 2015 até o final de 2018.....	87
Tabela 22. Balanço proporcional de amostras enquadradas nas respectivas classes de de usos da água, conforme monitoramento partindo do início 2015 até o final de 2018.....	88
Tabela 23. Classe de estado trófico e suas características principais. Fonte: CETESB (2007); LAMPARELLI (2004). ....	90

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização regional da bacia hidrográfica do rio Quaraí, em relação a fração brasileira. Fonte: Autor. ....	7
Figura 2. Área do município na bacia e correspondente a fração brasileira. Fonte: IBGE, 2018. ....	8
Figura 3. Hipsografia da bacia hidrográfica do rio Quaraí. ....	8
Figura 4. Representação dos tipos de formações geológicas na bacia hidrográfica do rio Quaraí, parte brasileira, fração da cidade da Barra do Quaraí e Uruguaiana. Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2018. ....	9
Figura 5. Representação dos tipos de formações geológicas na bacia hidrográfica do rio Quaraí, parte brasileira, fração da cidade de Uruguaiana e Quaraí. Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2018. ....	9
Figura 6. Representação dos tipos de formações geológicas na bacia hidrográfica do rio Quaraí, parte brasileira, fração da cidade de Quaraí e Sant’Ana do Livramento. Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2018. ....	10
Figura 7. Representação das características geomorfológicas na bacia hidrográfica do rio Quaraí, parte brasileira, fração da cidade da Barra do Quaraí e Uruguaiana. Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2018. ....	11
Figura 8. Representação das características geomorfológicas na bacia hidrográfica do rio Quaraí, parte brasileira, fração da cidade de Uruguaiana e Quaraí. Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2018. ....	11
Figura 9. Representação das características geomorfológicas na bacia hidrográfica do rio Quaraí, parte brasileira, fração da cidade da Quaraí e Sant’Ana Livramento. Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2018. ....	12
Figura 10. Tipos de solo na bacia hidrográfica do rio Quaraí. ....	13
Figura 11. Uso do solo na bacia hidrográfica do rio Quaraí. Fonte: MENEZES; TRENTIN, 2014. ....	14
Figura 12. Temperatura média, máximas e mínimas de diferentes estações existentes na bacia. ....	15
Figura 13. Evaporação anual de Artigas e Bella Unión por meio do método do tanque Classe A. ....	16
Figura 14. Disposição espacial dos postos pluviométricos existente na área total da bacia hidrográfica do rio Quaraí (Brasil e Uruguai), como também num raio de 50 km. Fonte: KAYSER, 2014. ....	17
Figura 15. Distribuição das médias anuais de chuva na bacia hidrográfica do rio Quaraí e entorno. Fonte: KAYSER, 2014. ....	19
Figura 16. Representação da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio Quaraí, parte brasileira, fração das cidades da Barra do Quaraí e Uruguaiana. Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2018. ....	20
Figura 17. Representação da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio Quaraí, parte brasileira, fração das cidades de Uruguaiana e Quaraí. Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2018.....	20
Figura 18. Representação da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio Quaraí, parte brasileira, fração das cidades de Quaraí e Sant’Ana do Livramento. Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2018. ....	21
Figura 19. Vista aérea da bacia na região de maior cota altimétrica.....	21
Figura 20. Vista aérea da bacia na porção baixa, área de várzea. ....	22
Figura 21. Relação chuva-vazão no período de 2008 até 2014 na bacia hidrográfica do rio Quaraí. Vazões simuladas foram elaboradas conforme parâmetros de modelo e dados históricos. As informações fluviométricas que geraram este gráfico foram extraídas da Estação Quaraí, código 77500000.....	24
Figura 22. Inundação ocorrida em 2018 no município de Quaraí. Fonte: SEMA-RS, (S.D).....	25
Figura 23. Representação das diferenças da vulnerabilidade de trechos do rio Quaraí. Fonte: ANA, 2012.....	26
Figura 24. Representação da área de risco de inundação na cidade de Quaraí. Fonte: Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Quaraí.....	27
Figura 25. Demonstração hipotética de contaminação potencial dos recursos hídricos subterrâneos, oriunda das diversas atividades comumente inseridas em bacias hidrográfica. Fonte: FOSTER et al.,2006. ....	28
Figura 26. Mapa hidrogeológico da bacia hidrográfica do rio Quaraí. ....	29
Figura 27. Espacialização dos poços de captação de recursos hídricos subterrâneos na bacia hidrográfica do rio Quaraí, parte brasileira, que estão cadastrados no SIAGAS. Fonte: CPRM / SIAGAS. ....	30
Figura 28. Relação entre alguns tipos de contaminantes com a profundidade e confinamento do aquífero, com também escala temporal de percolação de substância com consequente depuração desta. Fonte: FOSTER et al.,2006. ....	36



Figura 29. Representação do grau de confinamento das águas subterrâneas na bacia hidrográfica do Quaraí, parte brasileira. DATUM: WGS84. Fonte do mapa: Autor. Fonte de dados: SIAGAS / CPRM.....	37
Figura 30. Representação da ocorrência litológica na bacia hidrográfica do rio Quaraí, parte brasileira. DATUM: WGS84. Fonte do mapa: Autor. Fonte de dados: SIAGAS / CPRM. ....	37
Figura 31. Representação do nível estático na bacia hidrográfica do rio Quaraí, parte brasileira. DATUM: WGS84. Fonte do mapa: Autor. Fonte de dados: SIAGAS / CPRM. ....	38
Figura 32. Representação da vulnerabilidade natural das águas subterrâneas na bacia hidrográfica do rio Quaraí, por meio da metodologia GOD. Fonte do mapa: Autor. ....	39
Figura 33. Sistema principal de abastecimento urbano, no município da Barra do Quaraí, por recursos hídricos subterrâneos dentro da área da bacia hidrográfica do rio Quaraí. Fonte: ANA, 2016.....	40
Figura 34. Sistema principal de abastecimento urbano no município do Sant’Ana do Livramento, por recursos hídricos subterrâneos dentro da área da bacia hidrográfica do rio Quaraí. Fonte: ANA, 2016.....	40
Figura 35. Sistema principal de abastecimento urbano no município de Quaraí, dentro da área da bacia hidrográfica do rio Quaraí. Fonte: ANA, 2016. ....	41
Figura 36. Disponibilidade hídrica na bacia do rio Quaraí: cenário natural e permanência referente à Q90. Fonte: KAYSER, 2014. ....	42
Figura 37. Estimativa da demanda de água para irrigação e dessedentação animal na bacia hidrográfica do Quaraí, segregada por sub-bacias. O critério para associar demandas aos corpos d’água foi a proximidade automática em ambiente SIG, passando para revisão manual. Fonte: KAYSER, 2014. ....	43
Figura 38. Concentração de Oxigênio Dissolvido (OD) no rio principal da bacia hidrográfica do rio Quaraí. ....	46
Figura 39. Número Mais Provável (NMP) de coliformes termotolerantes no rio principal da bacia hidrográfica do rio Quaraí. ....	47
Figura 40. Potencial Hidrogeniônico (pH) no rio principal da bacia hidrográfica do rio Quaraí.....	47
Figura 41. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) no rio principal da bacia hidrográfica do rio Quaraí. ....	48
Figura 42. Temperatura da água no rio principal da bacia hidrográfica do rio Quaraí. ....	48
Figura 43. Nitrogênio total (N) no rio principal da bacia hidrográfica do rio Quaraí. ....	48
Figura 44. Fósforo total (P) no rio principal da bacia hidrográfica do rio Quaraí.....	49
Figura 45. Turbidez no rio principal da bacia hidrográfica do rio Quaraí. ....	49
Figura 46. Sistema principal de tratamento de efluentes atual, no município de Quaraí. Fonte: ANA, 2017. ....	50
Figura 47. Sistema principal de tratamento de efluentes atual, no município de Sant’Ana do Livramento. Fonte: ANA, 2017. ....	51
Figura 48. Localização da unidades de coleta de sedimento na bacia hidrográfica do rio Quaraí. ....	52
Figura 49. Áreas de contribuição de sedimentos na bacia hidrográfica do rio Quaraí. Os tons de cores mais claras representam menos contribuição de sedimentos para o rio principal, enquanto que tons mais escuros sinalizam maiores transportes de sedimentos. ....	53
Figura 50. Cargas de sedimento simuladas e observadas conforme amostragem, na bacia hidrográfica do rio Quaraí. ....	53
Figura 51. Unidades político-administrativa da bacia hidrográfica do rio Quaraí, RS. Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2018.....	56
Figura 52. Vias de acesso até o município da Barra do Quaraí e ligação com Uruguaiana. Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2018. ....	56
Figura 53. Vias de acesso até o município de Quaraí. Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2018. ....	57
Figura 54. Comparativo do IDHM do município da Barra do Quaraí com Brasil, estado do RS, melhor e pior município do país. Fonte: PNUD, IPEA e FJP. ....	60
Figura 55. Comparativo do IDHM do município de Quaraí com Brasil, estado do RS, melhor e pior município do país. Fonte: PNUD, IPEA e FJP. ....	61
Figura 56. Comparativo do IDHM do município de Quaraí com Brasil, estado do RS, melhor e pior município do país. Fonte: PNUD, IPEA e FJP. ....	62
Figura 57. Comparativo do IDHM do município de Sant’Ana do Livramento com Brasil, estado do RS, melhor e pior município do país. Fonte: PNUD, IPEA e FJP. ....	63
Figura 58. Divisão da bacia do rio Quaraí em trechos. ....	86
Figura 59. Usos da água e correspondentes classes segundo a Resolução CONAMA 357/2005. Fonte: ANA. ....	86
Figura 60. Comparativo entre parâmetros de qualidade da água a montante (A) e a jusante (B). Os elementos nitrogênio amoniacal e sólidos em suspensão total não foram apresentados em forma gráfica, porque não foram expostos no relatório anexado pela CORSAN os limiares inferiores aos limites de detecção dos equipamentos utilizados pela entidade. ....	89

## 1. PREFÁCIO

A história do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Quaraí é distinta de todas as outras entidades e marcada fortemente pela própria história da região. Isso porque a bacia hidrográfica do Quaraí entrou no século XXI relegada a um papel secundário e, paradoxalmente, comandada por um Acordo Binacional. Este estabelecia as bases para o desenvolvimento integrado de todo um território cuja hidrografia faz a divisão entre Brasil e Uruguai. Este Acordo, ainda limita a atuação da sociedade local na solução dos seus problemas, por depender dos ritos diplomáticos.

A constante insatisfação local com a não efetivação plena do Acordo, o crescimento de problemas cotidianos em relação a este, bem como de solução possível a partir de esforços locais, estimulou com que um grupo de usuários de água iniciasse uma campanha para a alteração do quadro institucional. Paralelamente, o interesse de um pesquisador argentino sediado no Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), engenheiro Adolfo Villanueva, nas cheias observadas nas cidades de Quaraí e Artigas, fez com que este selecionasse a bacia do rio Quaraí para um estudo de gestão de bacias hidrográficas compartilhadas entre dois países latino-americanos. A parceria do lado uruguaio seria a Dirección Nacional de Hidrografía, órgão do Ministério de Obras Públicas responsável pela gestão e outorga da água. Essa seleção foi aprovada dentro de um projeto da União Européia, denominado *TwinLatin*, cuja execução iniciou em 2006 e findou em 2008.

O encontro da equipe do TwinLatin com o grupo de usuários de água em maio de 2007, em um evento organizado pelo Departamento de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Sul foi sintomático em relação ao poder da sociedade da bacia. Os avanços obtidos pela equipe do IPH em relação ao conhecimento da bacia mesmo sem extensos trabalhos a campo, fruto da capacidade de interpretação de informações remotas e modelagem hidrológica, permitiram a abertura de um diálogo aberto sobre as possibilidades de apoio à criação de uma estrutura institucional de gestão efetiva dos recursos hídricos da bacia. Iniciava-se, ali, a história do Comitê de Gerenciamento das Águas Estaduais da Bacia Hidrográfica do Rio Quaraí. Dois meses e dez dias depois da primeira reunião, encerrava-se a fase de formação do Comitê, com quatro reuniões realizadas nos quatro municípios da bacia, Quaraí, Barra do Quaraí, Santana do Livramento e Uruguaiana. Não fossem as filigranas governamentais e os ritos processuais, o Comitê poderia iniciar seus trabalhos naquele mesmo ano, mas só foi implantado efetivamente em fevereiro de 2009. Até a última versão do plano de bacia, o estudo mais completo sobre a bacia do rio Quaraí como unidade de planejamento ambiental era o Projeto TwinLatin. As ações realizadas no âmbito do TwinLatin possibilitaram a realização de novos estudos sobre a bacia e as possibilidades de gestão.

Em abril de 2010, ainda dentro da primeira formação do Comitê, sob presidência de Ivo Wagner, iniciou-se a formação do plano de bacia de forma endógena, sem contar com recursos ou participantes externos à bacia ou ao Comitê. A metodologia adotada foi a da construção de um cenário ideal, denominado “a bacia que queremos”. Sobre este, foram lançadas as informações existentes e obtido outro cenário, que é “a bacia que temos”. O choque de realidade entre o ideal e o possível gerou um terceiro cenário, “a bacia que podemos”. A diferença entre estes cenários e a situação atual tem que ser vencida pela realização de ações, que respondem a metas. Esta foi a base do plano e esse é o seu processo de construção. O tempo de realização do plano, contando uma paralisação involuntária de dois meses, foi de oito meses, sendo apresentado ao Comitê na reunião de dezembro de 2010. Entre dezembro de 2010 e maio de 2011, procedeu-se a incorporação de sugestões e a edição do documento básico. A partir daí, seguiram-se três anos de discussões regionais e internas sobre, especialmente, um único tema denominado cobrança pelo uso da água.

Em abril de 2014, sobre a presidência de Silvino Panziera, fechou-se o ciclo de construção do plano. O mesmo foi apresentado em duas audiências públicas, nas mesmas cidades que permitiram a construção do cenário ideal. Pela existência do Plano de Bacia, obteve-se verbas para o comitê, previstas em Lei. Paralelo a tal gestão e atividades, iniciava o andamento do Programa Marco. O Programa Marco objetivou a cooperação transfronteiriça entre governos da Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Uruguai, para garantir a gestão dos recursos hídricos compartilhados de maneira integrada e sustentável. Além de acumular oportunidades para o desenvolvimento nos aspectos sociais, econômicos e ambientais, tal programa gerou grande quantidade de dados técnicos sobre a bacia hidrográfica do rio Quaraí, por ser nesta o projeto piloto do referido programa.

Na atual gestão, presidida por Nelson Narvaes, a presente revisão do plano de bacia aprofunda elementos necessários para gestão, por meio do incremento de informações de base de cunho ambiental sobre a bacia. Sintetizou-se mais o prognóstico da bacia, com simplificação dos cenários. Também, removeu ações já concretizadas e incorporando estas no diagnóstico, bem como aprimorou-se medidas ainda não finalizadas e seus respectivos prazos. Sobretudo, formatou-se este Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Quaraí de modo a incrementar a evolução do Comitê e da bacia hidrográfica como unidade de gestão ambiental.

## 2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

No diagnóstico ambiental, foram tratados os componentes naturais abióticos que caracterizam a bacia hidrográfica do rio Quaraí, como também contribuem na predição de avaliações ambientais sobre atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras de recursos hídricos. Não obstante, relacionaram-se ao diagnóstico ambiental os aspectos econômicos da região hidrográfica do rio Quaraí, e somente empregaram-se conclusões diante de consistentes comprovações de cunho

científico. Para tanto, realizou-se amplo levantamento de literatura científica que, entre a elaboração da versão anterior do plano e a presente, estavam sendo executados ou foram finalizados, mas não tinham sido considerados.

Um projeto finalizado recentemente, cujas informações estão distribuídas ao longo deste Plano de Bacia, é o Programa Marco. O Programa Marco objetivou a cooperação transfronteiriça entre governos da Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Uruguai, para garantir a gestão dos recursos hídricos compartilhados de maneira integrada e sustentável. Entre as atividades desenvolvidas através do Programa Marco teve o acordo binacional para o aproveitamento dos recursos naturais e o desenvolvimento da bacia do Rio Quaraí, em desenvolvimento desde 1991, que visa entre outros: o desenvolvimento da região; o desenvolvimento de projetos específicos de interesse mútuo; a recuperação e a conservação do meio ambiente e considerando as características da bacia: o manejo, a utilização adequada dos recursos hídricos e a recuperação dos solos da região. Um projeto piloto demonstrativo foi realizado na bacia hidrográfica do rio Quaraí, que é transfronteiriça. Para expor tais características, iniciar-se-á pelas frações territoriais. Na figura 1 está apresentada a divisão territorial dos municípios em relação a bacia do rio Quaraí, fração brasileira.

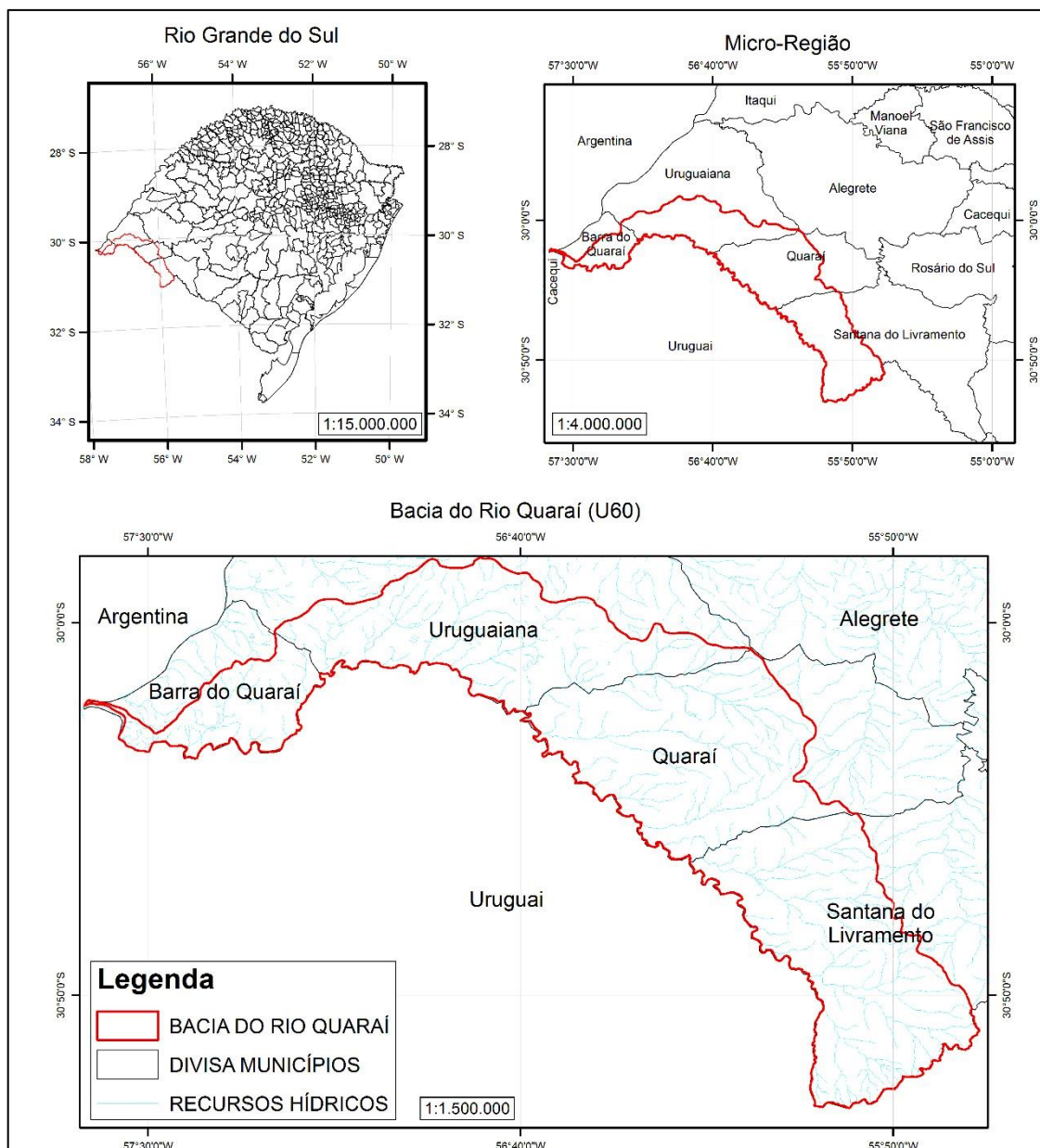


Figura 1. Localização regional da bacia hidrográfica do rio Quaraí, em relação a fração brasileira. Fonte: Autor.

A bacia hidrográfica do rio Quaraí está situada entre os meridianos 56°30' W e 57°40' W e os paralelos 29°40' S e 30°30' S. A bacia do rio Quaraí possui cerca de 14.800 km<sup>2</sup> e localiza-se na fronteira entre o sul do Brasil e a região nordeste do Uruguai. O rio Quaraí é tributário do rio Uruguai e faz parte da bacia do rio da Prata. Limita-se ao norte pela bacia do Rio Ibicuí, e ao sul pela bacia do Rio Arapey Grande, já em território uruguaio. Aproximadamente 6.700 km<sup>2</sup> (45%) da bacia se encontra em território brasileiro, e 8.100 km<sup>2</sup> (55%) no extremo noroeste do Uruguai. O percentual brasileiro da bacia está segregado pelas cidades expostas na figura 2.

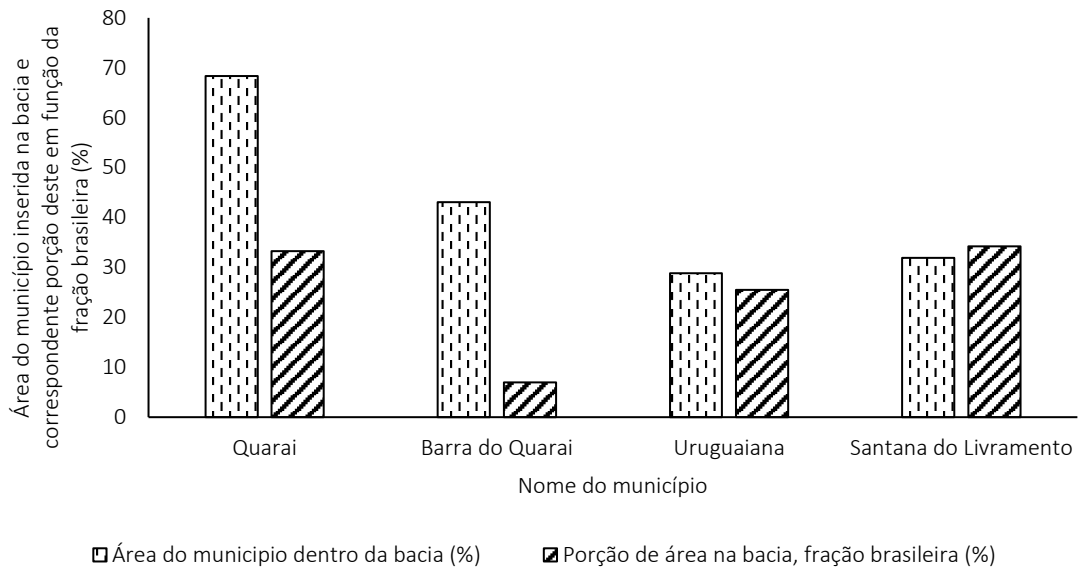


Figura 2. Área do município na bacia e correspondente a fração brasileira. Fonte: IBGE, 2018.

## 2.1 RELEVO, GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

A elevação da bacia hidrográfica do rio Quaraí varia entre 30 metros, quando próximo ao exutório na região de Bella União e Uruguai; a 400 metros na região de Rivera e Santana do Livramento. A Figura 3 apresenta a hipsografia da bacia do rio Quaraí.

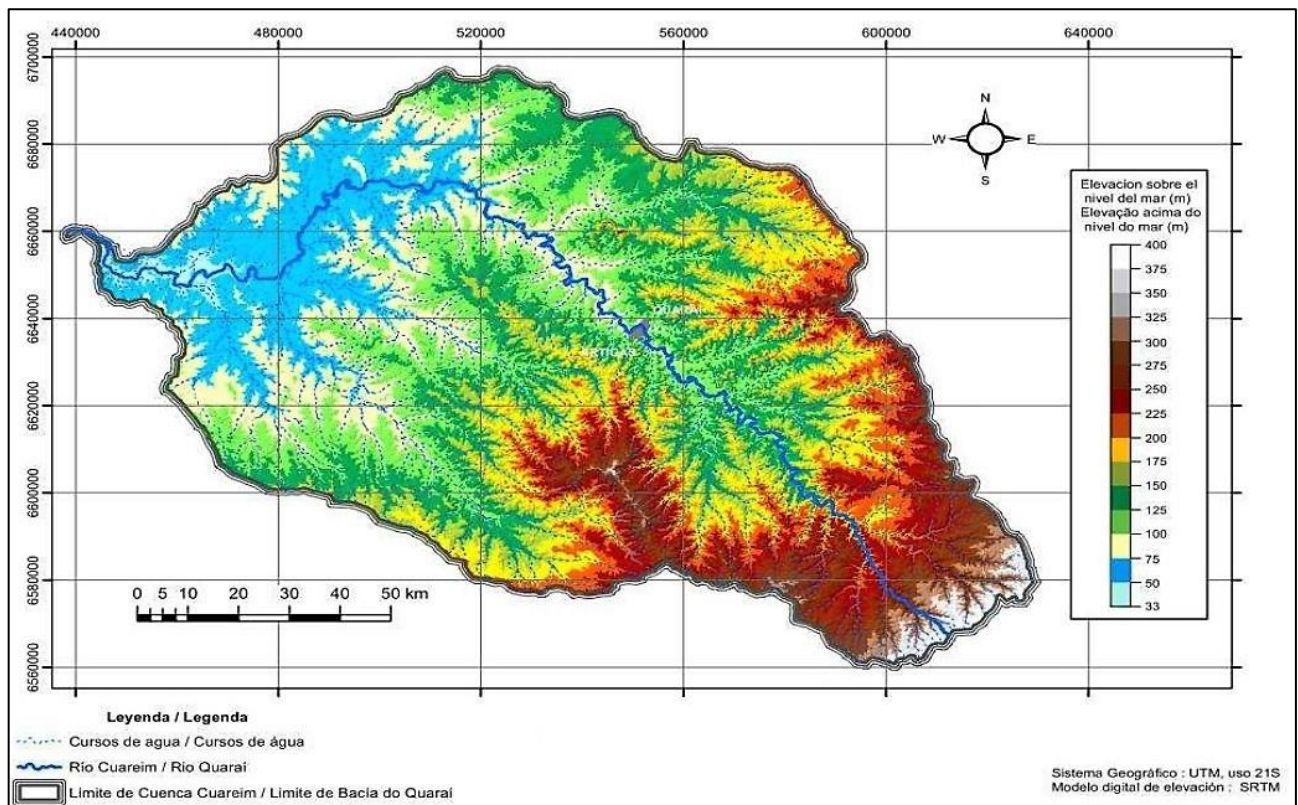


Figura 3. Hipsografia da bacia hidrográfica do rio Quaraí.

Geologicamente, a bacia hidrográfica do rio Quaraí possui preponderâncias das formações Serra Geral e Botucatu. Encontra-se também uma variedade de unidades litológicas, compreendendo principalmente rochas ígneas vulcânicas, com exposições restritas de rochas sedimentares, além de depósitos de sedimentos pouco consolidados que foram transportados ao longo das áreas de influência do rio Quaraí, de seus afluentes e, na parte baixa da bacia, do rio Uruguai. As formações sedimentares mais antigas, situadas entre os rios Uruguai e Quaraí, que constituem um topo plano, na parte central, estão sofrendo um processo erosivo natural. Formam-se lombadas pelos contrastes entre as partes planas conservadas e as áreas

depressivas, causadas pelos altos volumes de sedimentos removidos, com o estabelecimento dos segmentos de drenagem natural.

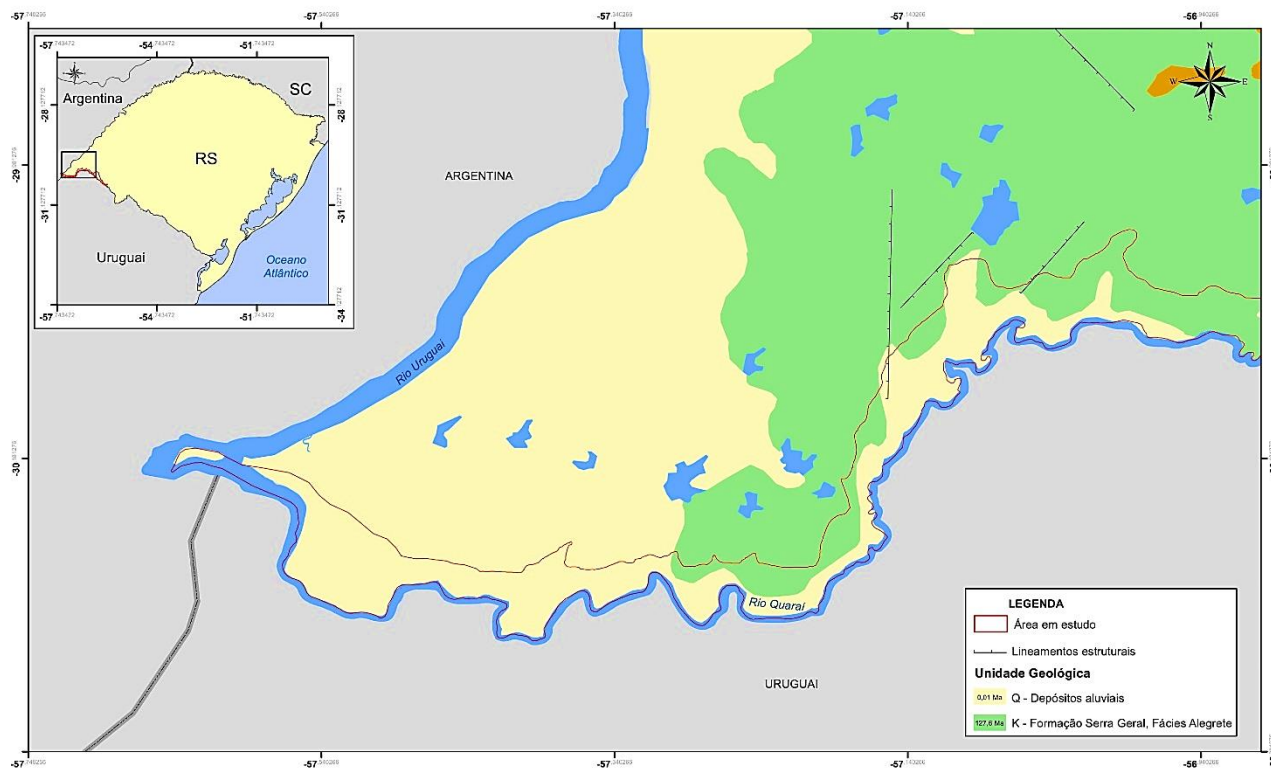


Figura 4. Representação dos tipos de formações geológicas na bacia hidrográfica do rio Quaraí, parte brasileira, fração da cidade da Barra do Quaraí e Uruguaiana. Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2018.

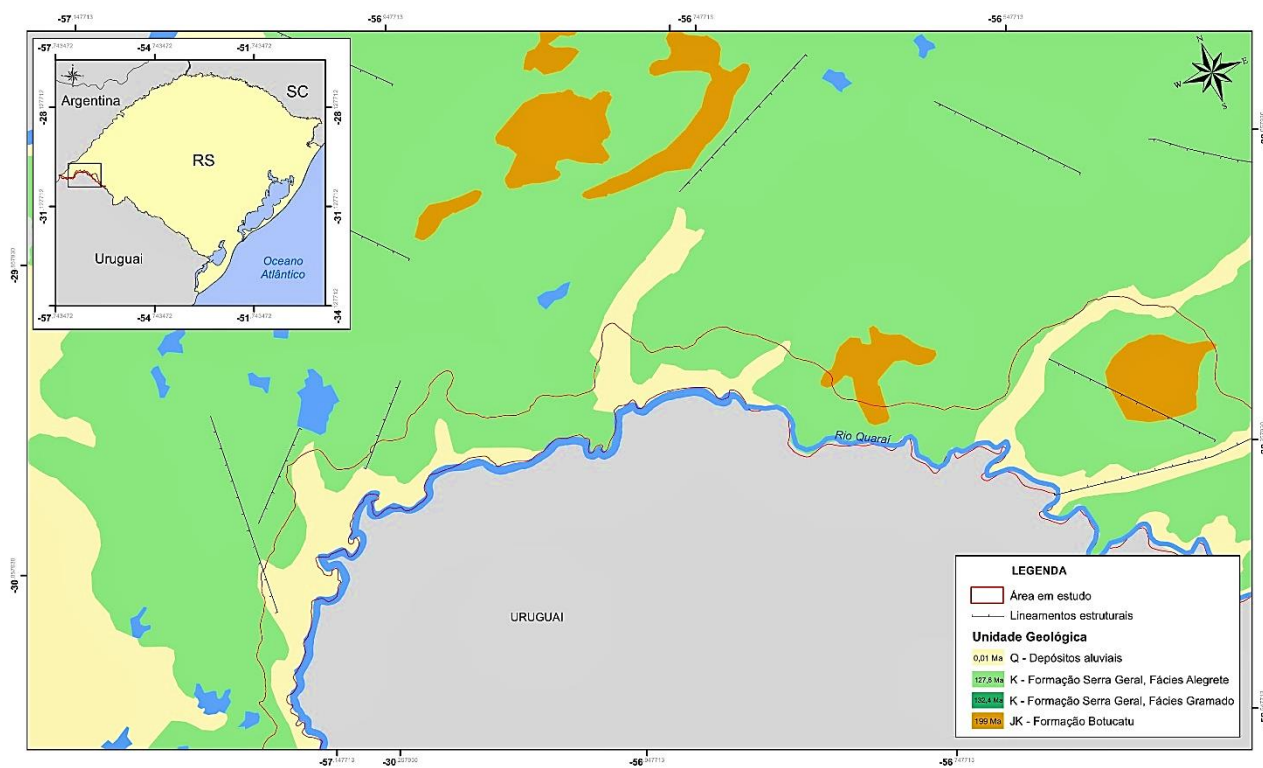


Figura 5. Representação dos tipos de formações geológicas na bacia hidrográfica do rio Quaraí, parte brasileira, fração da cidade de Uruguaiana e Quaraí. Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2018.



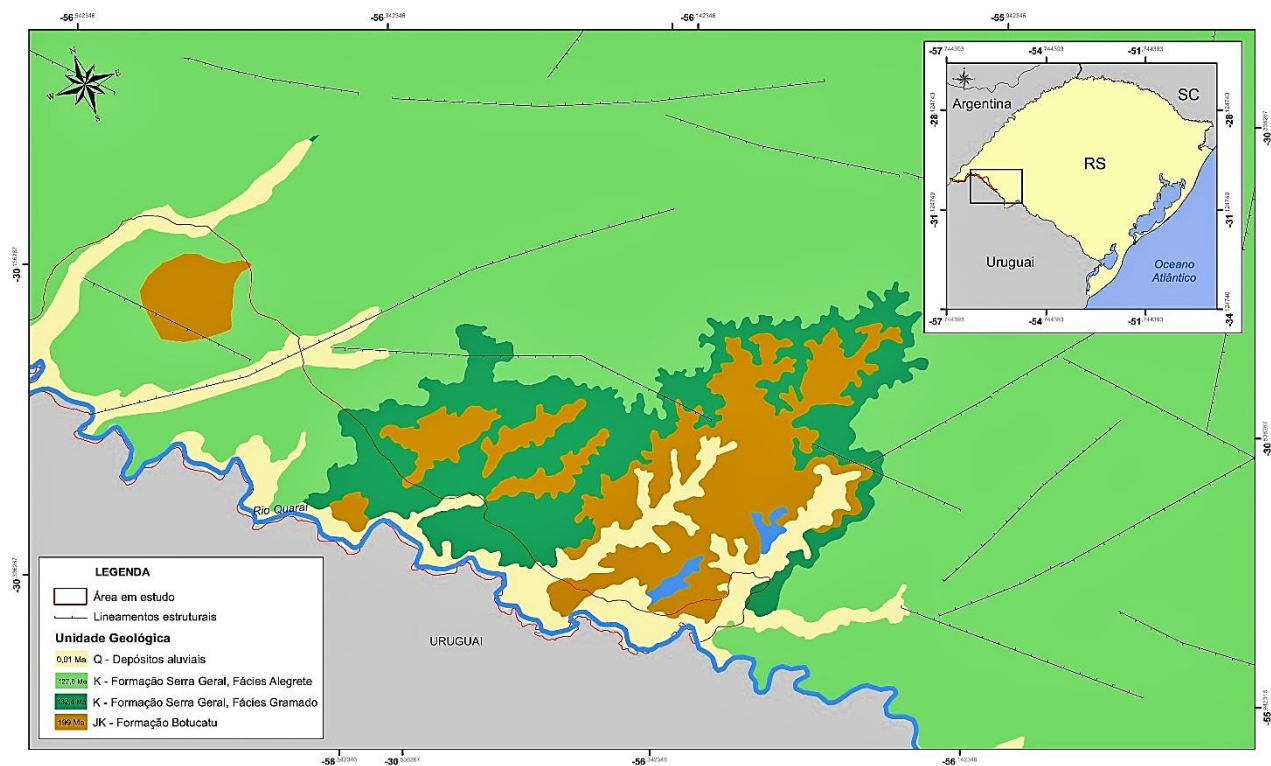


Figura 6. Representação dos tipos de formações geológicas na bacia hidrográfica do rio Quaraí, parte brasileira, fração da cidade de Quaraí e Sant’Ana do Livramento. Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2018.

As rochas sedimentares são constatadas pela associação de arenitos quartzosos. Sobre estes sedimentos encontram-se os derrames de rochas vulcânicas básicas, sendo encontrados também arenitos intertrâpicos. A unidade mais antiga é a Formação Botucatu, da qual compreende a associação de arenitos quartzosos, sendo identificados dois grupos distintos, com uma porção inferior de arenitos fluviais (Membro Caturrita) e uma porção superior dominante caracterizada por arenitos gerados em ambiente eólico e desértico. Estes arenitos ocorrem na forma de afloramentos descontínuos, de pequenas extensões, normalmente alinhados no sentido noroeste-sudeste. Exposições muito restritas ocorrem nas cabeceiras do Arroio Capivari e na foz do Arroio Camoatim.

As principais ocorrências das litologias da Formação Botucatu estão no Cerro do Jarau, passando por exposições situadas na Sanga da Divisa e na foz dos Arroios Areal e Cati. Tais arenitos tenderam, em tempo geológico, a contribuir na formação o Aquífero Guarani. Os afloramentos de rocha basáltica são frequentes, ocorrendo extensos lajeados em drenagens e em áreas de campo. As melhores exposições estão a norte da cidade de Quaraí, a sudoeste da cidade de Uruguai e a leste da localidade de Barra do Quaraí. Isso permitiu a ocorrência de grandes depósitos de cascalhos basálticos em diferentes regiões da bacia. Estas são principalmente a nordeste da cidade de Quaraí, na região do Cerro do Marco e ao longo das nascentes do Arroio Garupá e da Sanga do Manguieira, assim como próximo ao Cerro do Jarau, na altura da Sanga do Mata-Olho e Tunas. Os depósitos de cascalho existentes a leste de Barra do Quaraí, na região do Pai-Passo, se caracterizam por compor seixos de ágata, calcedônia, basaltos e raros arenitos.

Em termos geomorfológicos, a região hidrográfica pertence ao Planalto de Uruguai (Figuras 7, 8 e 9). Os principais setores que ocorrem na área estudada são a Coxilha de Santana, Dissecção do Rio Quaraí, Pontal do Quaraí e áreas de acumulação fluvial (planície/terraço). A Coxilha de Santana apresenta um relevo plano, situado em cotas que variam de 40 a 400 metros. Mostra uma forma de arco, estendendo-se desde Uruguai até Sant’Ana do Livramento, passando por Quaraí e Alegrete. A denominação Pontal do Quaraí delimita uma faixa estreita e alongada segundo a direção nordeste, entre os rios Uruguai e Quaraí. Esta região de relevo extremamente plana está caracterizada por amplos terraços fluviais, compreendendo depósitos quaternários holocênicos e aluvionares compostos por cascalhos, areias e sedimentos siltico-argilosos da planície de inundação. As planícies aluviais atuais correspondem às áreas de deposição dos atuais cursos de drenagens, definindo terraços fluviais ao longo do rio Uruguai, no rio Quaraí e também nos principais afluentes de sua bacia hidrográfica, destacando os arroios Cati, Areal, Quaraí-Mirim, Garupá, Camoatim, Caiboaté, Capivari, Guapitangui e Sanga do Salso.

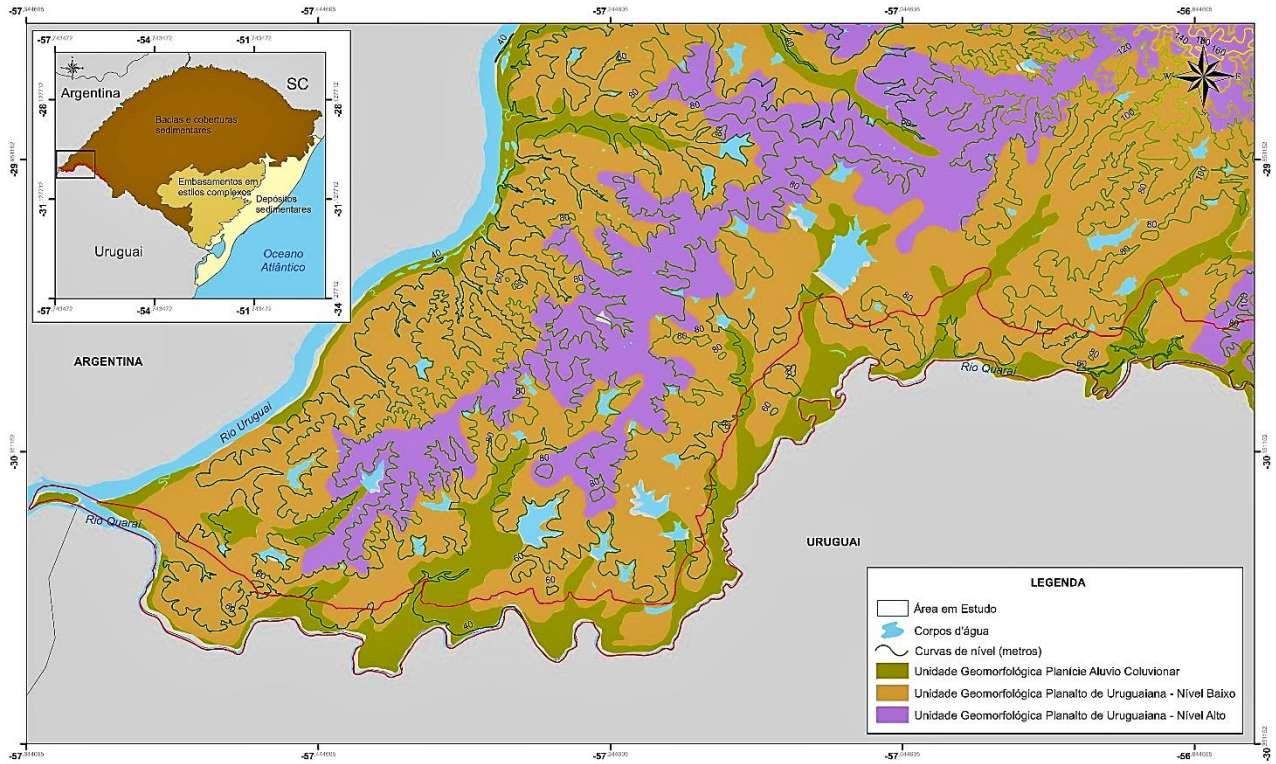


Figura 7. Representação das características geomorfológicas na bacia hidrográfica do rio Quaraí, parte brasileira, fração da cidade da Barra do Quaraí e Uruguiana. Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2018.

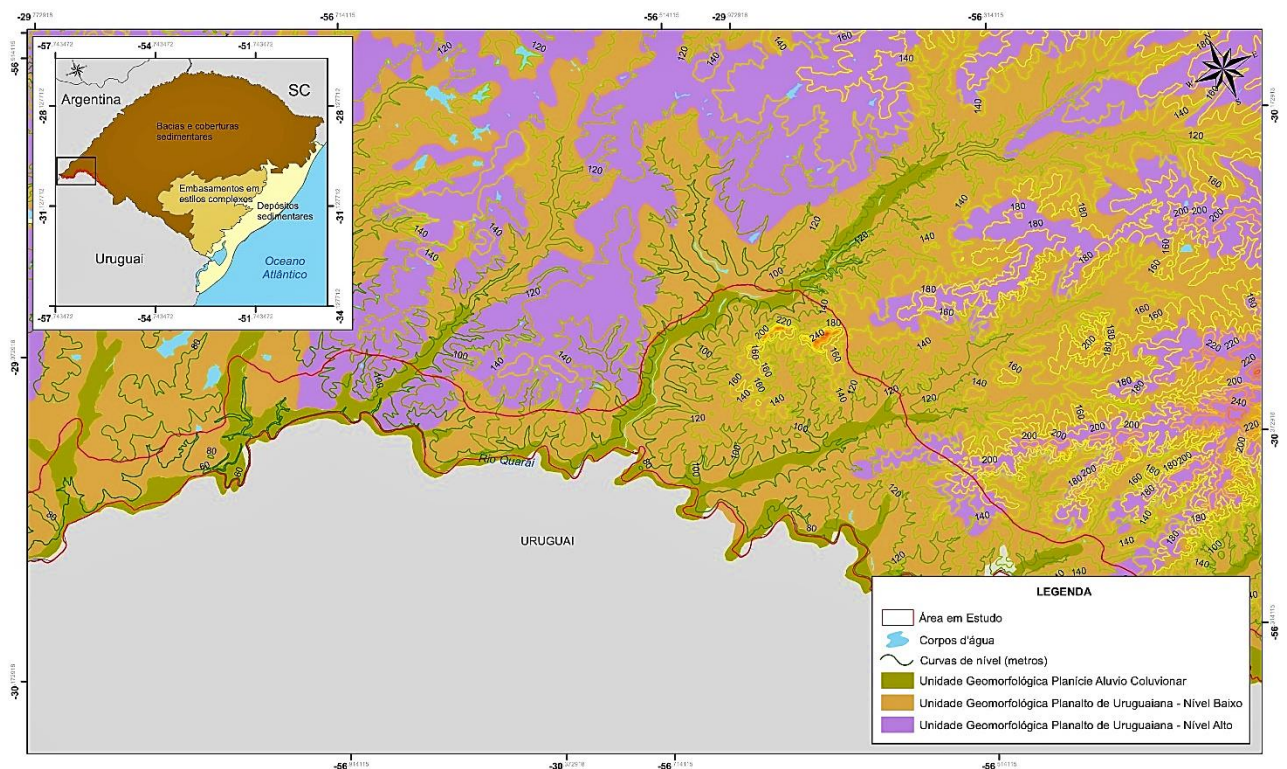


Figura 8. Representação das características geomorfológicas na bacia hidrográfica do rio Quaraí, parte brasileira, fração da cidade de Uruguiana e Quaraí. Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2018.



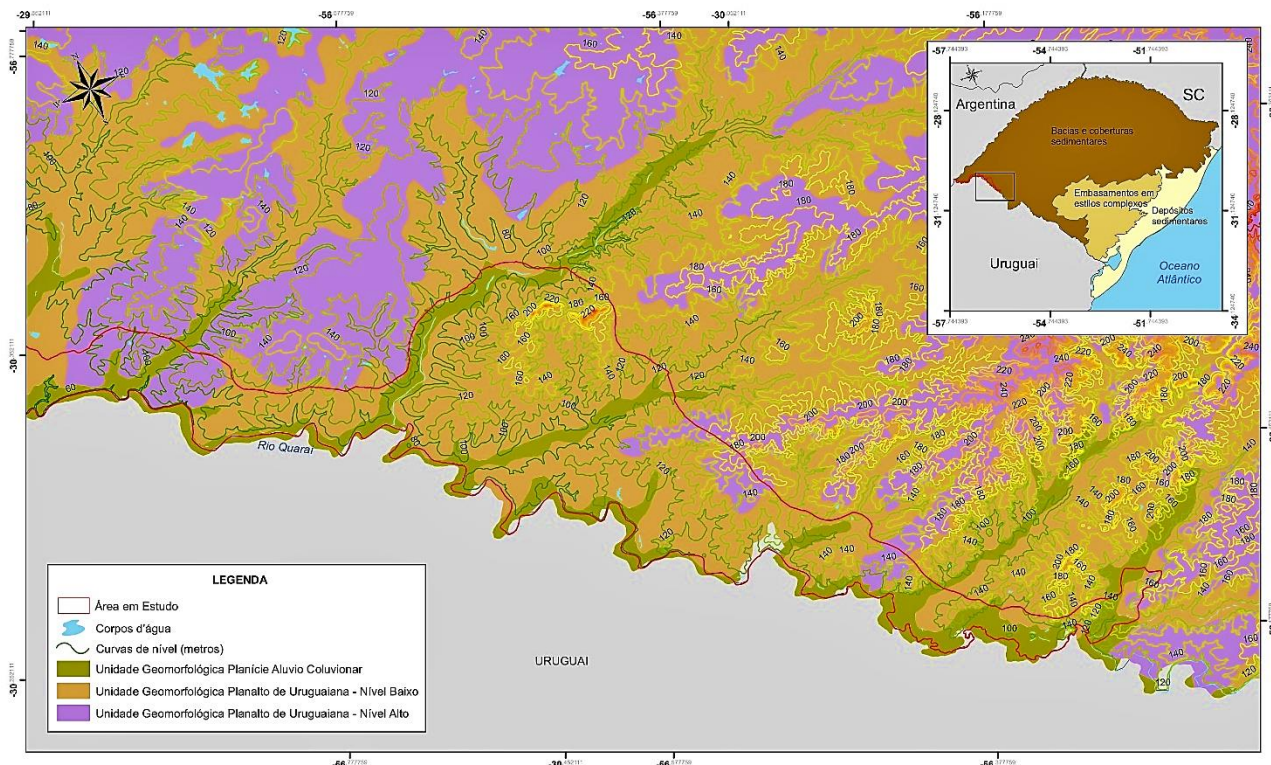


Figura 9. Representação das características geomorfológicas na bacia hidrográfica do rio Quaraí, parte brasileira, fração da cidade da Quaraí e Sant'Ana Livramento. Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2018.

Os sedimentos argilosos antigos, da parte central, constituem, nesse processo, formas planas e até pouco depressivas, com sulcos suaves, que pouco contrastam com os degraus do nível inferior do relevo. Os sedimentos cascalhentos antigos, que cobrem ainda as bordas das deposições argilosas e aparentemente se situam em níveis inferiores, constituem formas de relevo convexas, com a superfície tomando formas arredondadas à medida que o relevo está mais desgastado. Com a remoção desse espigão sedimentar antigo, as encostas tomam sucessivas formas quase planas, onde partes desses sedimentos removidos, já coluviais (cascalhos e calhaus de seixos principalmente), se depositam sobre o solo raso (recente), já desenvolvido do basalto. Essas formas de relevo mais suaves assumem uma transição entre planícies e lombadas. São formas transicionais de equilíbrio no aplainamento natural, em que os processos de remoção e de deposição gradativamente se ajustam.

Os arroios Quaraí-Mirim e Garupá, apesar de estarem em uma região de profunda dissecação e peneplanização do relevo, não possuem grandes depósitos de sedimentos quaternários, estando os mesmos concentrados na porção de baixo curso dos arroios, próximo a desembocadura com o rio Quaraí. Em algumas partes do Arroio Garupá, principalmente antes de atingir o Cerro do Jarau, ocorrem expressivos depósitos de cascalhos constituídos por fragmentos angulosos a subangulosos de rochas basálticas. A partir da foz do Arroio Caiboaté, os depósitos aluvionares são significativos e marcados por uma expressiva sedimentação siltico-argilosa, constituindo uma planície contínua até a foz com o Rio Uruguai.

Nos solos de nível mais elevado no relevo compõem os terraços cascalhentos (seixos rolados). Esses terraços cascalhentos com calhaus de seixos de quartzo, compoem a quase totalidade dos volumes, variam de muito espessos a finas lâminas em áreas localizadas (< 2m). Na sua maior parte, encontram-se em processos de desagregação. Esse processo de modelamento atual pelos efeitos da erosão natural é variável ao longo das bordas do espigão central. Próximo à borda, onde os depósitos foram muito espessos, a remoção parcial dos cascalhos pelos efeitos da erosão natural constata-se pelas deposições esparsas nos sulcos e nas encostas principalmente, tendo como veículo a água de drenagem superficial.

Os terraços se segmentam em unidades esparsas muito convexas, inicialmente se unificam em morrotes pouco roliços, onde a alta permeabilidade do solo não permite o estabelecimento de sulcos profundos no processo erosivo. Já terraços cascalhentos sobre substrato argiloso, pouco mais profundo, apresentam, nas bordas dos sulcos, os efeitos da erosão contidos pelos cascalhos residuais. Esses sulcos que se aprofundam na parte argilosa, muito suscetíveis à erosão natural, não estabelecem vales depressivos profundos em virtude da dureza e da baixa permeabilidade da rocha matriz sob esses sedimentos (basalto). Embora essas camadas sejam permeáveis, o baixo volume de água percolada não permite a manutenção de reservas para se estabelecerem correntes temporárias, nem constantes, na superfície dessas colinas. Esse baixo acúmulo de água nos solos não permite que se constituam fontes superficiais as quais possibilitem alternâncias na suavidade das encostas nem na vegetação.

## 2.2 SOLOS



A bacia do Quaraí é formada principalmente por 8 tipos de solos (Figura 10), dentre os quais são os seguintes: Acrissolo, Argissolo, Brunossolo, Chernossolo, Vertissolo, Luvisolo, Neossolo e Planossolo que são comumente encontrados na região sul do Brasil. No geral, a bacia contém boa quantidade de solos rasos, pedregosos e com pouca ondulação. Nos solos rasos, raízes de poucas espécies se aprofundam nas camadas argilosas compactadas do subsolo (Btg), que é bastante frequente a partir de 60 cm de profundidade na bacia. Por exemplo, para a região da Barra do Quaraí, entre os fatores adversos às culturas em geral, Machado et al. (1997) citam alta densidade, baixa porosidade, reduzida condutividade hidráulica, baixa capacidade de retenção de água (pequena lâmina efetiva), baixa velocidade de infiltração sobre subsolo impermeável compactado. Esses fatores adversos trazem como consequência a falta de oxigênio na zona radicular, pouca retenção efetiva de água e baixa mobilidade da água.

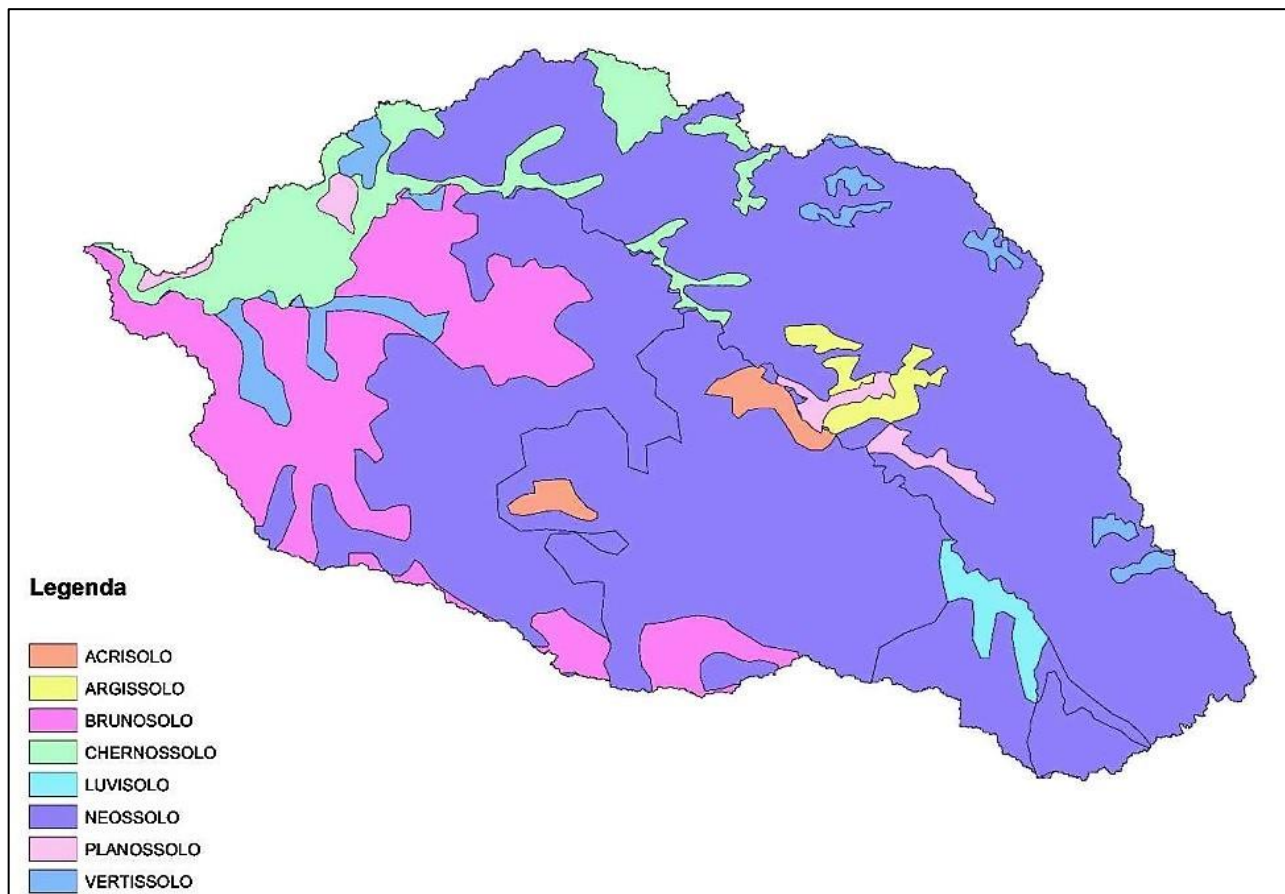


Figura 10. Tipos de solo na bacia hidrográfica do rio Quaraí.

Acrissolos, segundo Diniz (2010) são assim denominados por serem solos intermediários ferralíticos lesivados, considerados latossolos que passaram por um processo inicial de empobrecimento de materiais finos, ocasionando então um aumento relativo na textura arenosa, sendo seu empobrecimento e amarelamento associados à dissolução dos óxidos de ferro e das caulinitas. Assim, a podzolização desses solos é sintetizada e as substâncias orgânicas são responsáveis por alterar os minerais argilosos e transferir verticalmente complexos orgânico-metálicos.

Os argissolos apresentam espessura variável com horizonte superficial de textura média a arenosa, sem mudança textural abrupta e com horizonte subsuperficial aluvial do tipo B. Além de se desenvolverem em diferentes liturgias e ocorrerem em diferentes posições na paisagem, os argissolos têm o seu potencial de uso agrícola e não agrícola afetado pela variação das características pedológicas. Tais solos têm sua qualidade afetada pela sua elevada suscetibilidade aos processos erosivos, já que por muitas vezes se dão de forma inadequada (PEDRON et al., 2012). Argilominerais expansivos em abundância é característica dos chernossolos, com presença de ilita, esmectita e vermiculita na fração de argila, com alta capacidade de troca catiônica (CTC), alta fertilidade natural e valores mais básicos de pH (CESAR, at. al., 2015).

De acordo com EMBRAPA (2006), vertissolos, são assim classificados por serem constituídos por material mineral com horizonte vértico entre 25 e 100 cm de profundidade. Seu horizonte superficial apresenta alto teor de argila aparecendo fendas verticais no período seco, há ainda ausência de material com contato lítico ou o chamado horizonte petrocálcico nos primeiros 30 cm de profundidade e acima do horizonte vértico e não possuindo qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Os fenômenos de expansão e contração, associados geralmente à alta atividade das argilas, resultam em uma grande capacidade de movimentação do material constitutivo, gerando um desenvolvimento restrito.

Os luvisolos são caracterizados por serem eutróficos, de alta atividade e ricos em minerais com argila. Os horizontes são definidos como: B textural subjacente e A fraco ou moderado, não retratando horizonte plíntico ou glei no mesmo nível

ou acima do horizonte B, são associados ao Neossolo Litólicos e Planossolo normalmente, o que dificulta a individualização desses para fins de mapeamento, ainda que estejam detalhados (OLIVEIRA, et. al., 2008).

O neossolo é caracterizado por uma textura arenosa, e quando comparado com solos argilosos, à capacidade de adsorção de nutrientes é baixa. A matéria orgânica e o nitrogênio são de baixo teor e diminuem ainda mais com o tempo de uso. Apesar disso, em algumas regiões esse tipo de solo recebe tratamentos com grandes quantidades de matéria orgânica tornando possível sua utilização na agricultura (MENEZES; SILVA, 2008).

Os planossolos são aqueles caracterizados pelo alto teor de argila dispersa, apresentam horizonte subsuperficial adensado o que o torna deficiente (SANTOS, 2013). Como o teor de argila é alto, principalmente no horizonte B, há uma discrepância acentuada entre os horizontes A e B, isso ocorre devido à mudança textural abrupta. Dessa forma, o horizonte superficial é caracterizado por ter uma textura mais leve em relação ao horizonte B, sua estrutura é prismática, colunar ou em médios e grandes blocos.

## 2.2.1 Uso do solo

Pode-se citar como os principais usos do solo da bacia do Quaraí é a urbanização, mata nativa ou reflorestada, o plantio de arroz, pastagens para pecuária. A atividade agropecuária predominante da bacia é a pecuária extensiva em campos nativos, seguido do cultivo de arroz. Devido a este, a necessidade de reservatório de água que supra o déficit durante o período de seca é indispensável, como visto no mapa de uso e ocupação da bacia há uma quantidade considerável de represas. Quantificações gerais foram geradas sobre o uso do solo (Tabela 1 e Figura 11).

Tabela 1. Uso do solo na bacia do rio Quaraí.

Uso	Brasil (ha)	Uruguai (ha)	Total (ha)	Brasil (%)	Uruguai (%)	Total (%)
Matas	44.759,56	52.459,43	97.218,99	7,15%	6,46%	6,76%
Pastagens	465.261,46	705.783,53	1.171.044,99	74,29%	86,91%	81,41%
Urbano	554,33	1.152,25	1.706,58	0,09%	0,14%	0,12%
Agricultura	115.736,93	52.695,01	168.431,94	18,48%	6,49%	11,71%
Total	626.312,28	812.090,22	1.438.402,50	100,00%	100,00%	100,00%

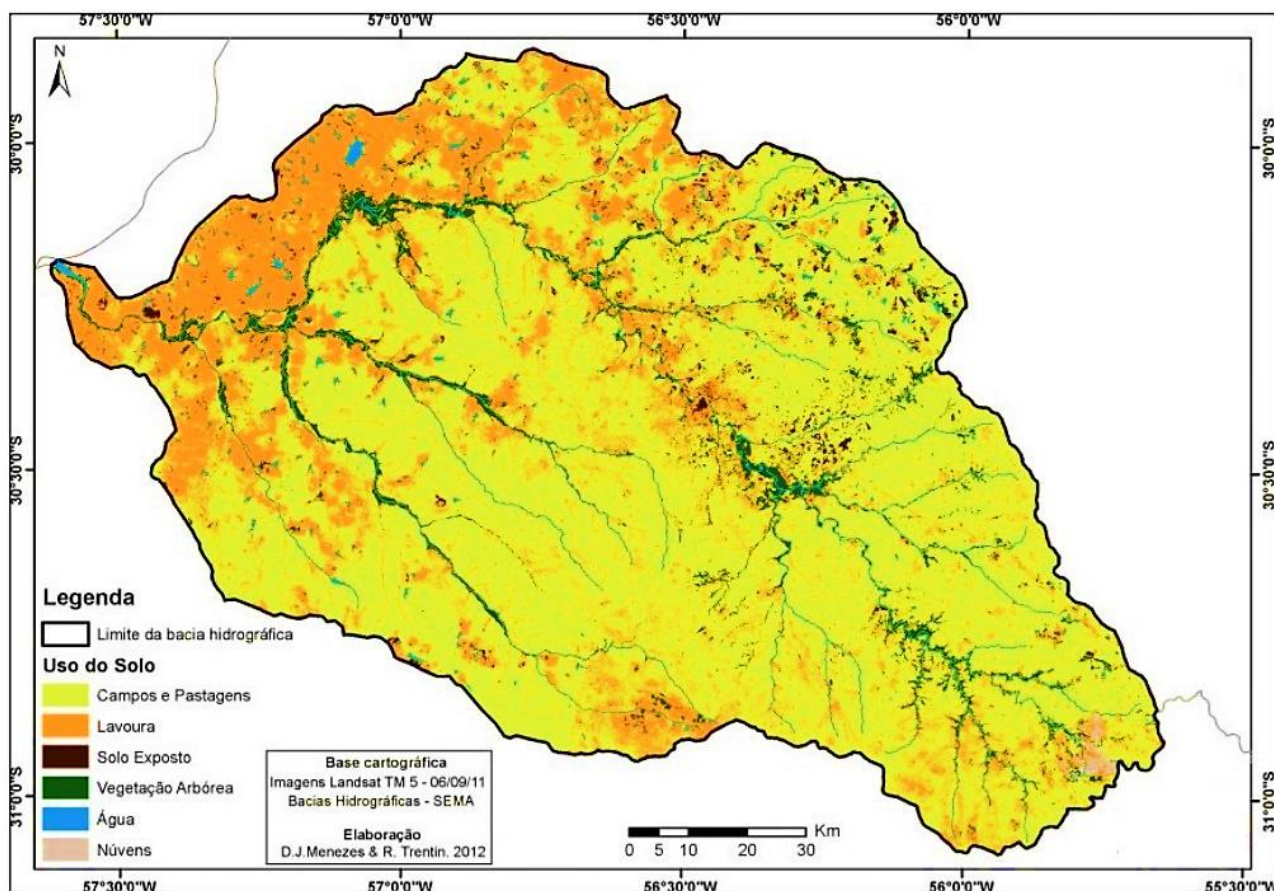


Figura 11. Uso do solo na bacia hidrográfica do rio Quaraí. Fonte: MENEZES; TRENTIN, 2014.

Os planossolos sempre foram, nos países desenvolvidos, considerados como inaptos a cultivos irrigados ou, se cultivados, aceitos como de uso ocasional. As suas principais restrições consideradas nestas regiões do mundo seria a baixa drenagem interna do solo condicionado pela camada argilosa subsuperficial (horizontes Btg), geralmente de muito baixa

permeabilidade, embora muito poucos estudos verificaram tal assertiva dentro da sazonalidade e entre anos agrícolas. Em climas secos esses solos geralmente são muito suscetíveis a processos de salinização pela ascensão do sódio para a superfícies após alguns anos de irrigação. A impermeabilidade do horizonte Bt não permite que projetos de drenagem possam ser estabelecidos para a remoção dos elementos tóxicos (sódio acima de 15% e sódio mais magnésio trocáveis acima de 50% no complexo de troca ou altos níveis de sais. Contudo, na bacia hidrográfica do rio Quaraí, este solo tem gerado estáveis produções ao longo dos anos, proveniente do manejo e da resiliência do solo da bacia do rio Quaraí.

Na parte brasileira, a classe de uso predominante é a de campos e pastagens que representam 72,4% da área total. Áreas de vegetação arbórea, por sua vez, estão confinadas ao entorno dos corpos hídricos, representadas por matas ripárias e pela atividade de silvicultura, o que representou 7,9% da área da bacia exposta no mapa anterior. Os corpos d'água representados pelas drenagens também são encontradas nos açudes utilizados para irrigação como também na dessedentação de animais na atividade pecuária, perfazendo 1,6% da área total da bacia. As áreas de lavoura se encontram próximas aos corpos hídricos principais a jusante da bacia hidrográfica, representando 15,8% da área da bacia. A classe de solo exposto compôs o montante de 2,0% da bacia hidrográfica (MENEZES; TRENTIN, 2014).

Na região hidrográfica, a pecuária tradicional se manteve pouco alterada, e as ascensões e quedas dos ciclos agrícolas no século passado chegaram apenas a seus limites externos. Os efeitos da agricultura não se propagaram de forma visível em todos os recursos naturais. Embora difusamente se comente sobre os efeitos da dinâmica decorrente de tratos culturais e adições dos insumos agrícolas na cultura do arroz irrigado, não se constata anormalidades ao meio de magnitude nociva e eliminatória do estado estável do solo. Nesse contexto, em uma região cujos solos não estão sendo usados na sua amplitude máxima produtiva, esperada pelos produtores, na qual os problemas de degradação ainda não são aparentes, somente a vegetação arbustiva de estepe foi eliminada.

### 2.3 CLIMA

A bacia do rio Quaraí no lado brasileiro apresenta, segundo o Sistema Universal de Classificação Climática de Köppen, um Clima Temperado Úmido, na variedade de Clima Subtropical ou Virginiano do tipo Cfa. O clima é úmido com verões quentes, sem estação seca, com média de precipitação bem distribuídas ao longo do ano. A variação térmica da temperatura é elevada, sendo registrados valores entre 3 e 18 °C nos meses mais frios e acima de 35 °C nos meses mais quentes. A temperatura média anual é de 19,7 °C. com considerável variação da temperatura média mensal ao longo do ano (Figura 12). Alguns dados climáticos obtidos das estações climatológicas inseridas ao longo da bacia, sendo elas: Estação Artigas, Estação Riveira, Estação Uruguaiana e Estação Santana do Livramento.

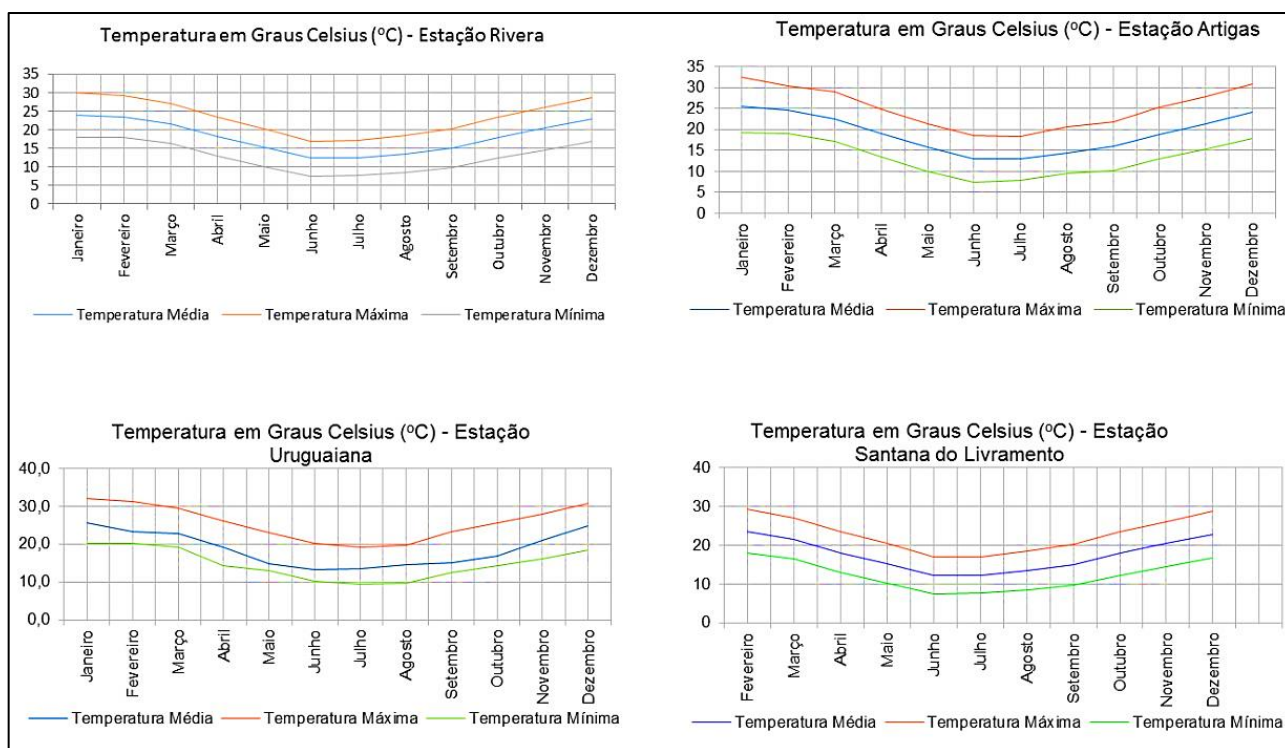


Figura 12. Temperatura média, máximas e mínimas de diferentes estações existentes na bacia.

Para os dados de temperaturas, radiação solar e umidade do ar da região são de difícil agrupamento para manipulação. Muitos desses dados de estações automáticas são recentes, enquanto que é labora a coleta e manipulação de séries históricas de estações convencionais, ainda que possível. O que se pode afirmar é que a região onde se encontra a bacia do Quaraí tem as estações do ano bem definidas, que, embora ocorram instabilidade intra-estações. A precipitação,

abordada no item 2.4, diminui nos meses de abril a agosto, podendo haver variação por influência de outras variáveis climáticas, sendo a maior queda notada no mês de junho na estação Uruguaiana. Ainda assim, realizar-se-á estudo sobre tais variáveis climatológicas para região hidrográfica do rio Quaraí, que será vinculada a este plano.

### 2.3.1 Evaporação

A informações de evaporação são relevantes para estimar perda de água em barragens, pelo solo e plantas. Ainda, trata-se da principal informação que permite interpretações sobre o potencial de geração de microclimas na região hidrográfica do Quaraí, e como essa variabilidade pode estar influenciando chuvas, movimentos de massa de ar e cultivo. A evaporação é um parâmetro de difícil obtenção, pela dependência de instrumentalização em campo. Estimativas de evaporação podem ser extraídas da temperatura, mas precisa-se de grande e consistentes dados históricos para tanto.

A aproximadamente uma década atrás, foi estimada a evaporação para as cidades de Artigas e Bella Unión (Figura 13). Na evaporação anual, levantada para tais regiões, constatou-se valores acima de 1.600 mm, superando as chuvas médias. Esta diferença no período de verão está acima de 200 mm. Kayse, 2014 estimou próximo a este valor, obtendo evaporação em 1.565 mm e umidade relativa anual de 72%. Ambos resultados anuais de evaporação são altos, tratando-se de importante indicativo para elevada perda d'água nas barragens existentes, o que se soma aos problemas de déficit hídrico para irrigação, posteriormente abordados neste plano. Outra observação simples, mas importante é a grande variabilidade entre os meses do ano. Valores são elevados nos meses de verão e muito reduzidos nos meses de inverno. Verifica-se que não há uma variação notável numericamente de evaporação entre Artigas e Bella Unión. Por serem cidades aos extremos da área axial da bacia, os resultados sugerem homogeneidade na perda de água por evaporação nas demais regiões. Ainda assim, é imprescindível que estudo mais regionalizado seja feito, no sentido de obter consistência da demanda evaporativa da região, bem como suas implicações e processos associados.

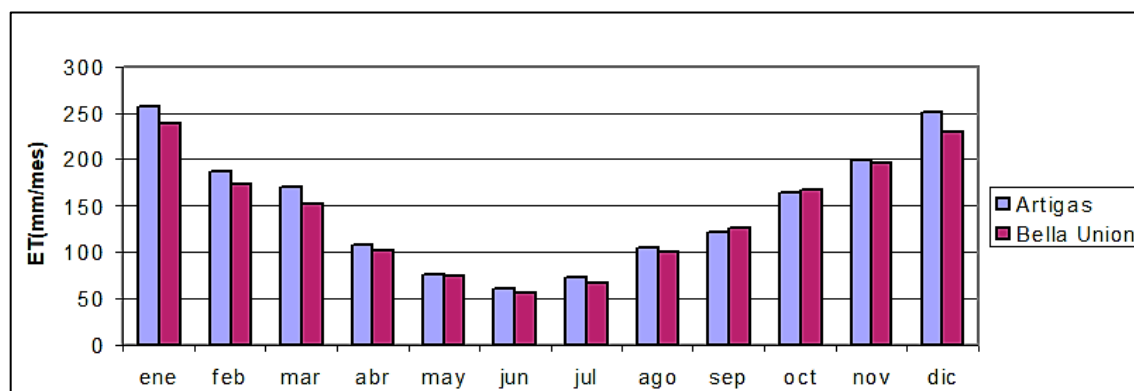


Figura 13. Evaporação anual de Artigas e Bella Unión por meio do método do tanque Classe A.

### 2.4 PRECIPITAÇÃO

Na bacia hidrográfica do rio Quaraí, a média de chuvas anuais é de 1.500 mm. Estas são devidas, em sua quase totalidade, aos sistemas frontais que atingem a área. Apenas 23% das chuvas ocorrem no inverno, devido aos ventos sul e sudoeste, bastante secos. Na primavera tem-se a estação mais chuvosa, com 27% do total precipitado anual. Os dados de chuva são obtidos de pluviômetros localizados dentro da área da bacia, brasileira e uruguiaia, como também nas suas adjacências (Figura 14). Estações tangentes a bacia contribui em avaliações mais precisas ao longo da linha cumeeada desta, como também no sombreamento de dados de fluxo de água sobre os divisores de água. O grupamento de estações especializadas a seguir estão expostas nas tabelas 2 e 3.



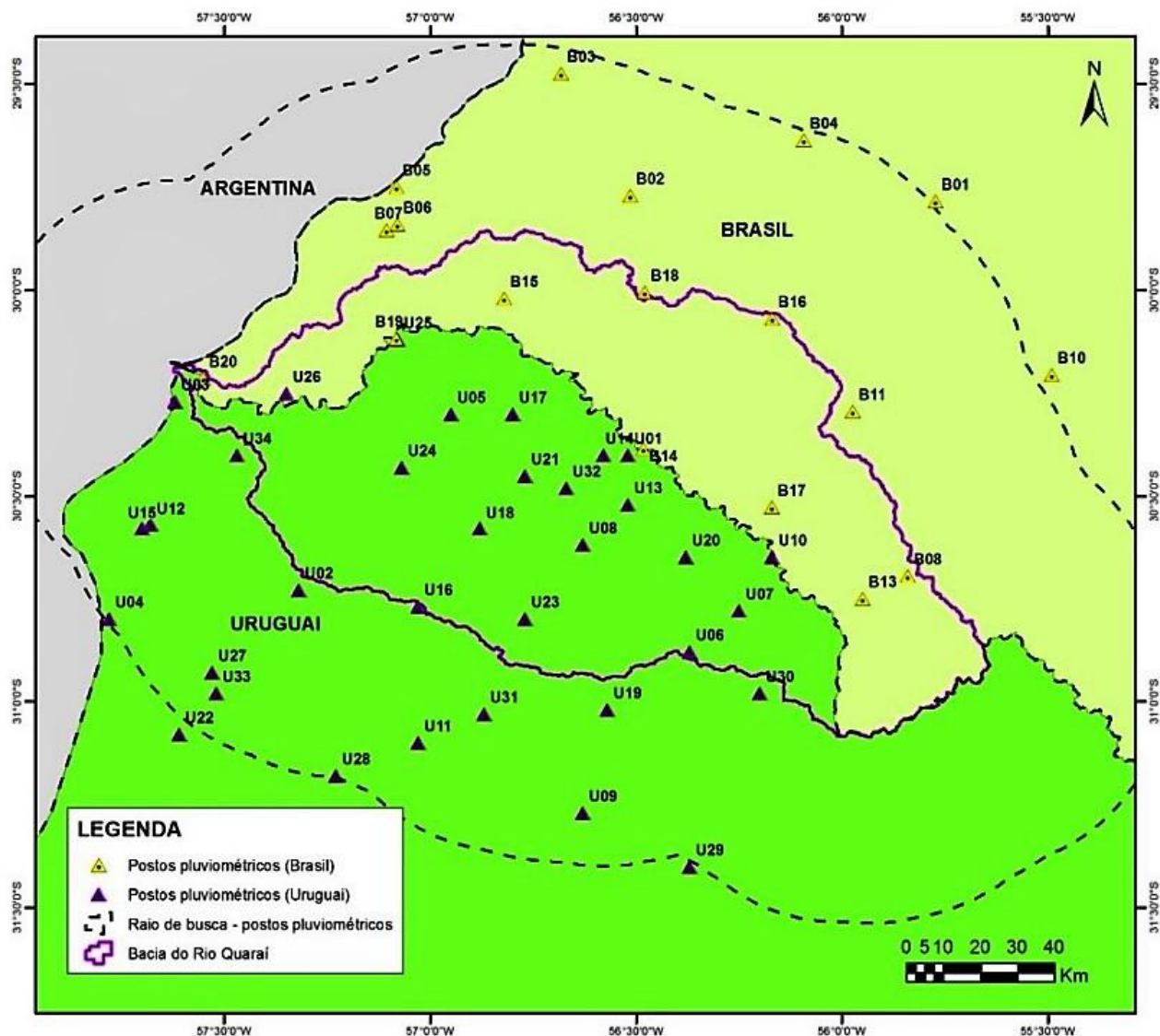


Figura 14. Disposição espacial dos postos pluviométricos existente na área total da bacia hidrográfica do rio Quaraí (Brasil e Uruguai), como também num raio de 50 km. Fonte: KAYSER, 2014.

Tabela 2. Relação dos postos pluviométricos localizados no Brasil. Fonte: KAYSER, 2014.

Código no mapa	Latitude (Decimais)	Longitude (Decimais)	Nome	Código	Ativo	Responsabilidade / Operação	Disponibilidade de Dados
B01	-29,7844	-55,7739	ALEGRETE	2955013	sim	ANA / CPRM	1976-2018
B02	-29,7653	-56,5214	PLANO ALTO	2956007	sim	ANA/ CPRM	1943-2018
B03	-29,4711	-56,6678	JOÃO ARREGUI	2956008	sim	ANA/ CPRM	1976-2018
B04	-29,6358	-56,0947	FAZENDA TRÊS CAPÕES	2956009	sim	ANA/ CPRM	1986-2018
B05	-29,75	-57,0833	URUGUAIANA	2957001	não	INMET / INMET	1912-1998
B06	-29,8394	-57,0811	URUGUAIANA - DNER	2957005	não	ANA/ CPRM	1986-1996
B07	-29,8533	-57,1072	CABANHA ALCEU NEVES	2957008	sim	ANA/ CPRM	2004-2018
B08	-30,6956	-55,9744	FAZENDA ENCERRA	3055003	sim	ANA/ CPRM	1976-2018
B09	-30,5164	-55,1267	SANTA RITA	3055005	sim	ANA/ CPRM	1976-2013
B10	-30,2042	-55,4906	SÃO CARLOS	3055007	sim	ANA/ CPRM	1986-2018
B11	-30,2939	-55,9756	PASSO DA GUARDA	3055008	sim	ANA/ CPRM	1988-2018
B12	-30,7917	-55,1792	BR-293	3055009	sim	ANA/ CPRM	2000-2018
B13	-30,7503	-55,9514	ALTO QUARAÍ	3055011	sim	ANA/ CPRM	2000-2018
B14	-30,3833	-56,4833	QUARAÍ	3056003	sim	ANA/ CPRM	1943-2008
B15	-30,0189	-56,8214	FAZENDA JUNCO	3056004	sim	ANA/ CPRM	1976-2018
B16	-30,0686	-56,1703	HARMONIA	3056006	sim	ANA/ CPRM	1978-2018
B17	-30,5256	-56,1722	CATY	3056007	sim	ANA/ CPRM	1983-2018
B18	-30,0039	-56,4797	OLHO D'ÁGUA	3056010	sim	ANA/ CPRM	2004-2018
B19	-30,1167	-57,0833	PASSO DO LEÃO	3057001	não	ANA/ CPRM	1960-1986
B20	-30,2133	-57,5533	BARRA DO QUARAÍ	3057002	sim	ANA/ CPRM	1976-2018

Tabela 3. Relação dos postos pluviométricos localizados no Uruguai.

Código	Nome	Latitude (Decimais)	Longitude (Decimais)	Responsável	Disponibilidade de Dados
--------	------	---------------------	----------------------	-------------	--------------------------

U01	Artigas	-30,4	-56,52	DNM / INUMET	1981-2018
U02	Baltasar Brum	-30,73	-57,32	DNM / INUMET	1981-2018
U03	Bella Unión	-30,27	-57,62	DNM / INUMET	1981-2018
U04	Belén	-30,8	-57,78	DNM / INUMET	1981-2018
U05	Bernabe Rivera	-30,3	-56,95	DNM / INUMET	1981-2018
U06	Catalán Chico	-30,88	-56,37	DNM / INUMET	1981-2018
U07	Catalán Grande	-30,78	-56,25	DNM / INUMET	1981-2018
U08	Cerro Amarillo	-30,62	-56,63	DNM / INUMET	1981-2018
U09	Cerro Chato	-31,27	-56,63	DNM / INUMET	1981-2018
U10	Charqueada	-30,65	-56,17	DNM / INUMET	1981-2018
U11	Colonia Lavalleja	-31,1	-57,03	DNM / INUMET	1981-2018
U12	Colonia Palma	-30,57	-57,68	DNM / INUMET	1981-2018
U13	Colonia Pintado	-30,52	-56,52	DNM / INUMET	1981-2018
U14	Colonia Rivera	-30,4	-56,58	DNM / INUMET	1981-2018
U15	Cuchilla de Guaviyú	-30,58	-57,7	DNM / INUMET	1981-2018
U16	Diego Lamas	-30,77	-57,03	DNM / INUMET	1981-2018
U17	El Topador	-30,3	-56,8	DNM / INUMET	1981-2018
U18	Estación Cuaró	-30,58	-56,88	DNM / INUMET	1981-2018
U19	Guaviyú de Arapey	-31,02	-56,57	DNM / INUMET	1981-2018
U20	Guayubira	-30,65	-56,38	DNM / INUMET	1981-2018
U21	Javier de Viana	-30,45	-56,77	DNM / INUMET	1981-2018
U22	Palomas	-31,08	-57,61	DNM / INUMET	1981-2018
U23	Paso Campamento	-30,8	-56,77	DNM / INUMET	1981-2018
U24	Paso Farías	-30,43	-57,07	DNM / INUMET	1981-2018
U25	Paso de León	-30,12	-57,08	DNM / INUMET	1981-2018
U26	Paso de la Cruz	-30,25	-57,35	DNM / INUMET	1981-2018
U27	Pda. María	-30,93	-57,53	DNM / INUMET	1981-2018
U28	Puntas de Valentín	-31,18	-57,23	DNM / INUMET	1981-2018
U29	Quintana	-31,4	-56,37	DNM / INUMET	1981-2018
U30	Sarandí de Arapey	-30,98	-56,2	DNM / INUMET	1981-2018
U31	Sequeira	-31,03	-56,87	DNM / INUMET	1981-2018
U32	Taruman	-30,48	-56,67	DNM / INUMET	1981-2018
U33	Termas del Arapey	-30,98	-57,52	DNM / INUMET	1981-2018
U34	Tomás Gomensoro	-30,4	-57,47	DNM / INUMET	1981-2018

As estações uruguaias estão em funcionamento a mais tempo que as do Brasil. Isso permitiu elaborar um gráfico de distribuição de chuvas da região hidrográfica do rio Quaraí, partindo destas séries históricas obtidas. O cruzamento dos dados obtidos entre as estações supracitadas, por meio dos anos disponíveis, permitiu distribuir a chuva na região hidrográfica. Trata-se de um mapa de isoietas na bacia. Isoietas são linhas que unem pontos de mesma precipitação pluvial. É possível notar uma tendência de zonas com maior ou menor concentração de chuvas, tendo na porção central da bacia postos com média superior a 1600 mm.

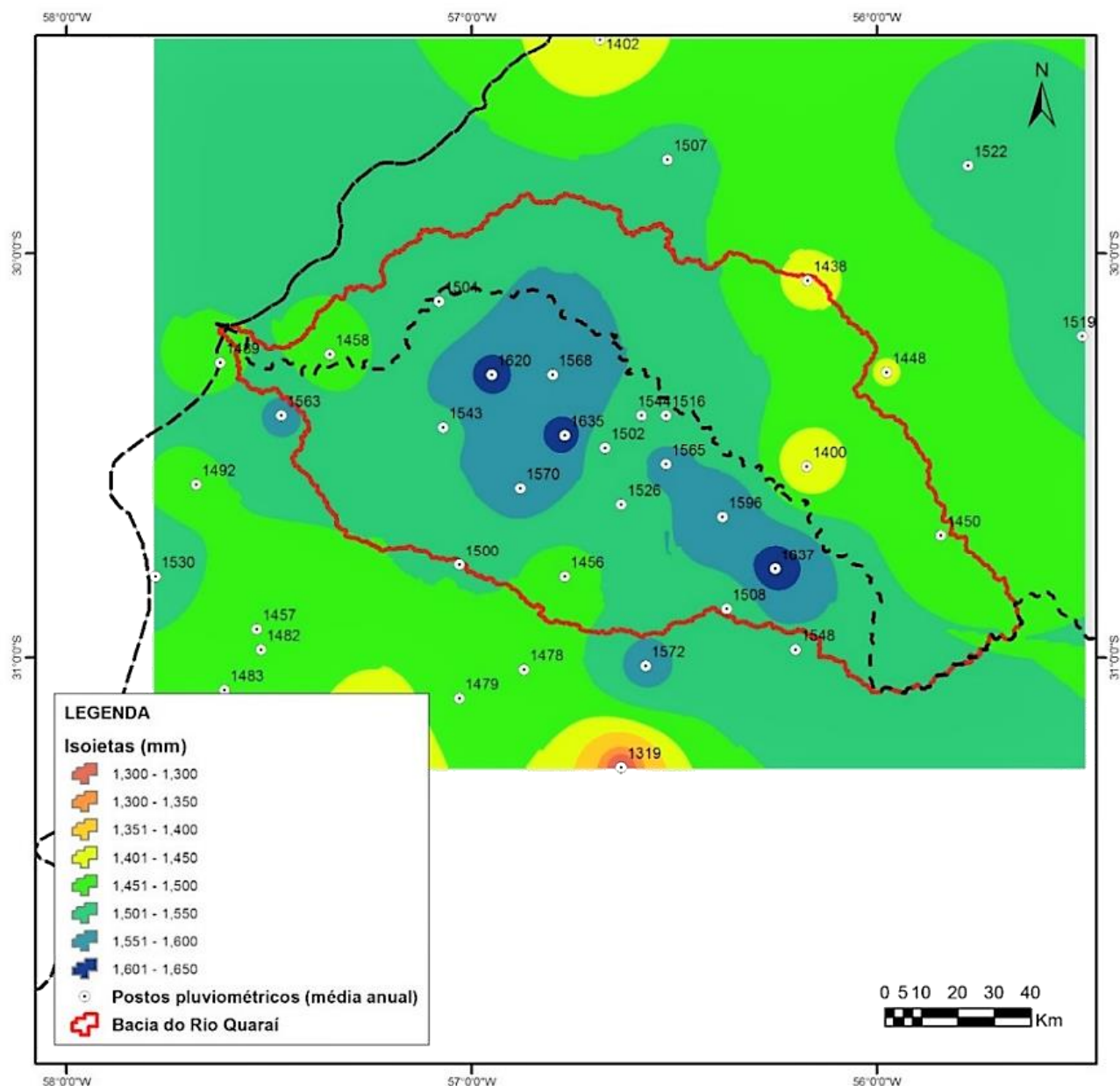


Figura 15. Distribuição das médias anuais de chuva na bacia hidrográfica do rio Quaraí e entorno. Fonte: KAYSER, 2014.

A precipitação média do verão é de 328 mm, do outono de 403 mm, do inverno de 242 mm e da primavera 372mm. De uma forma geral, ao longo dos anos, nos solos de planícies, ocorrem excessos de umidade nos meses de maio a outubro, e déficit hídrico no período de verão (novembro a fevereiro). Entretanto, não foi feito um estudo que relacione a evapotranspiração local, distinta para cada forma de relevo, capacidade de retenção de água e classes de solos. Essas planícies, superficialmente com solos rasos permeáveis (quando secos) e de alta capacidade de retenção de água, e impermeáveis no subsolo, contraditoriamente retêm baixos volumes de água. Contrastam com parâmetros usuais usados normalmente na estimativa de retenção de água. A disponibilidade de água para os cultivos deve ser calculada em testes em campo. Normalmente, tem-se constatado que os efeitos da variabilidade da água no solo é um fator que pode alterar todos os anos a produtividade das culturas. A atividade agropecuária, no período de novembro a fevereiro, ocasionalmente sofre as restrições das estiagens. Algumas ocorrências, nesse período têm sido críticas para culturas e pastagens, por ocorrerem elevadas temperaturas, e, conseqüentemente, por haver maiores perdas de água por evapotranspiração. Essas secas eventuais e intermitentes podem ocasionar consideráveis perdas também na produção das culturas neste período.

## 2.5 HIDROLOGIA

O rio Quaraí é formado a partir da junção entre os arroios Espinilho e Invernada, possuindo ao todo cerca de 350 km de extensão. À margem direita, correspondente à porção brasileira, os principais contribuintes do Quaraí são os arroios Sarandi, Areal, Quaraí-Mirim, Garupá, Camoatim, Caiboaté, Capivari, Guapitangui e Salso. Na margem esquerda, os principais afluentes uruguaios são os arroios Catalán, Tres Cruces, Cuaró e Yucutuja (KAYSER, 2014). Próximo às nascentes, a declividade





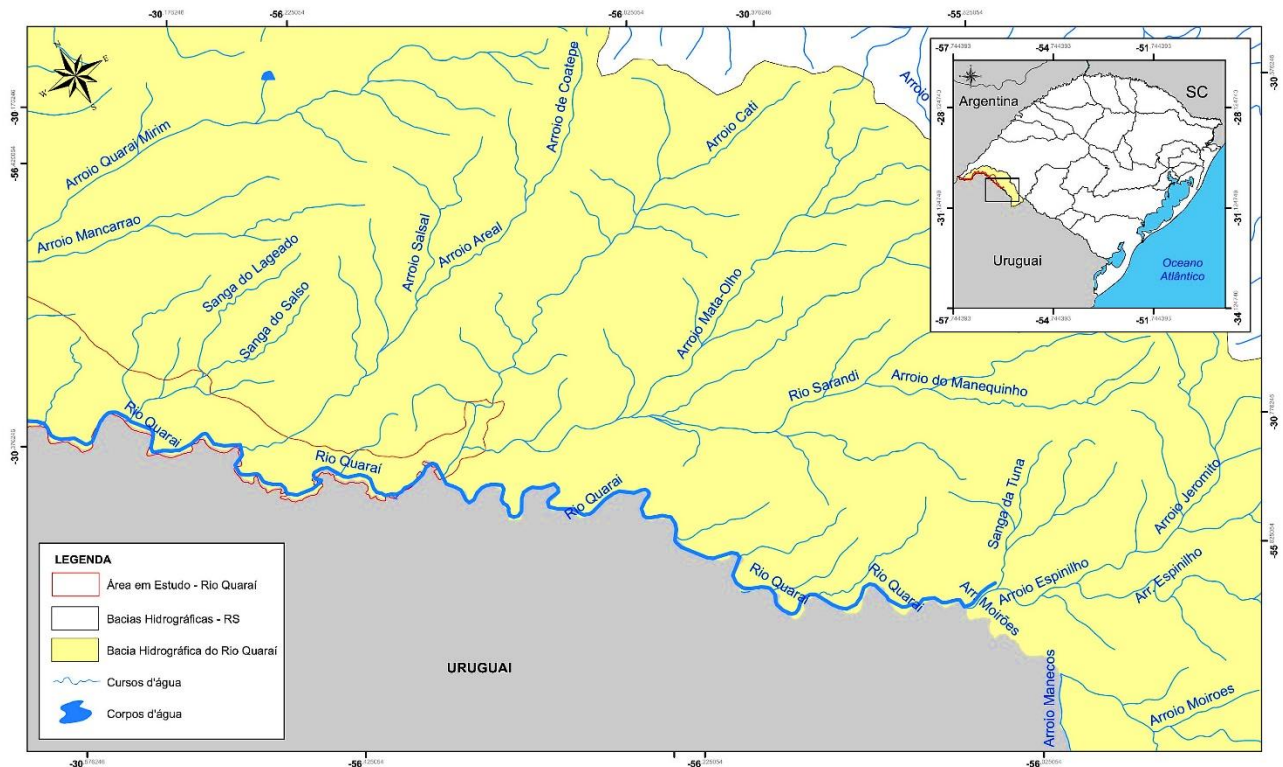


Figura 18. Representação da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio Quaraí, parte brasileira, fração das cidades de Quaraí e Sant'Ana do Livramento. Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2018.

O canal principal da bacia apresenta comprimento total de 351 km, com diferença de altitude de 326 m, perfazendo declividade média de 0,93 m/km. A bacia do rio Quaraí apresenta uma variedade de unidades geológicas que determinam fundamentalmente o seu comportamento hidrológico e as atividades econômicas. Na parte alta e média da bacia, predominam solos basálticos sobrepostos a rochas sedimentares. A baixa profundidade dos solos determina uma baixa capacidade de armazenamento de água, o que gera uma resposta rápida em termos de escoamento superficial, bem como as vazões nulas ou próximas de nulas nas estiagens. Na parte baixa da bacia, tem-se frações de solos argilosos profundos, de maior fertilidade natural, com aptidão marginal para cultivos de arroz (Figura 20 e 21).



Figura 19. Vista aérea da bacia na região de maior cota altimétrica.



Figura 20. Vista aérea da bacia na porção baixa, área de várzea.

A bacia hidrográfica do rio Quaraí abrange a maior parte do município de Quaraí. A mesma drena todo o 1º Distrito, a parte centro-oeste do 2º Subdistrito e a porção sul-sudoeste do 3º Subdistrito da referida cidade. Na Bacia do Rio Quaraí destacam-se em termos de fluxo hídrico superficial as sub-bacias dos arroios Quaraí-Mirim, Guarupá e Quatepe, todos da margem direita do referido rio (LEMES, et al., 2004). A configuração espacial dos cursos d'água é diferenciada, destacando-se três tipos de rede de drenagem: dendrítica, radial e retangular. A sub-bacia do Arroio Quaraí -Mirim drena o 1º Distrito e o 2º Subdistrito. O curso principal do arroio serve, em parte, como limite entre dois distritos. No decorrer do seu curso, o Arroio Quaraí-Mirim mostra um padrão retangular de drenagem, com a declividade facilmente dividida em duas faixas, que variam de 5 a 8% e de 8 a 15%. Tais percentuais, somados as grandes exposições de rochas sobre as superfícies promovem intenso fluxo de água em eventos de precipitação pluvial. Nas proximidades de sua foz, o padrão de drenagem retorna a ser do tipo dendrítico (LEMES, et al., 2004).

A Sub-bacia do Arroio Garupá localiza-se na zona limítrofe do município Quaraí. O curso deste arroio serve como limite entre os municípios de Quaraí e Uruguaiana. A declividade, no decorrer de seu curso é muito variada, entre 2 a 5%, entre 5 a 8% e de 8 a 15%. Na sub-bacia do Arroio Quatepe, próximo às suas nascentes, a dissecação do terreno é forte, com a declividade variando de 8 a 15% e de 15 a 25%. O padrão de drenagem é do tipo retangular (LEMES, et al., 2004). A coxilha de Santa Helena, com aproximadamente 19 Km de extensão, estabelece o divisor entre a Sub-bacia do Arroio Mancarrão ao norte, e a Sub-bacia da Sanga do Lajeado ao sul. Na porção norte-noroeste do 1º Distrito, localiza-se o Cerro do Jarau. Neste local, o padrão da rede de drenagem caracteriza-se pela geometria radial dos cursos d'água. As sangas do Salso, do Nhanduvaí, do Cambaí e dos Molhos, correm com disposição radial a partir do referido cerro. O principal divisor d'água das duas bacias, corresponde a Coxilha de Japejú, com aproximadamente 24Km de extensão, a partir da qual as águas correm para oeste em direção a Bacia do Rio Quaraí, e para leste em direção a Bacia do Rio Ibirapuitã.

### 2.5.1 Fluviometria

Fluviometria é a parte da hidrologia que trata de mensurações sobre níveis de água, velocidade em seções e vazões nos cursos d'água. Os principais dados disponíveis na bacia são os pluviométricos, alguns poucos hidrológicos e meteorológicos. No lado brasileiro da bacia, os dados são disponibilizados pela ANA – Agência Nacional de Águas, sendo coletados pela CPRM. No lado uruguaio, os dados são coletados pelo DNM – Departamento Nacional de Meteorologia. Ainda há que considerar os dados utilizados e monitorados pela Comissão Técnica Mista da Usina de Salto Grande (CTM-SG), localizada no rio Uruguai entre a Argentina e o Uruguai, que dispõe de dados pluviométricos e fluviométricos, podendo ser usados para averiguar influências na bacia. O banco de dados da ANA dispõe de poucas informações em relação à existência de postos fluviométricos na bacia, principalmente pela lacuna nas campanhas executadas na mesma. Dos três postos existentes, somente um possui série de dados com tamanho razoável, localizado junto ao município de Quaraí. Existem postos localizados na foz do rio Quaraí, porém possuem uma curta disponibilidade de dados. A partir do projeto Twinlatin, foi possível recuperar alguns dados referentes a dois postos fluviométricos uruguaiois (Tabela 4). Estes postos estão localizados no rio Quaraí, próximo ao posto administrado pela ANA, e também no Arroio Tres Cruces, afluente do Rio Quaraí.

Tabela 4. Estações de monitoramento de nível ou vazão nas porções brasileira e uruguaia da bacia hidrográfica do rio Quarai.

Código	Nome	Parâmetros	Período Inicial	Período Final	Latitude (Decimais)	Longitude (Decimais)	Área (km <sup>2</sup> )
77500000	Quarai	H*	01/41	12/05	-30.38	-56.47	4640
77590000	Barra do Quarai	H	01/71	10/05	-30.22	-57.56	14800
84.0	Artigas-OSE	H; Q**	07/61	Ativa	-30.38	-56.50	4640
84.1	Artigas - Puente	H	10/92	Ativa	-30.38	-56.50	4640
155.0	Javier de Viana	H; Q	8/82	Ativa	-30.43	-56.82	544
175.0	P° de la Cruz	H	8/88	Ativa	-30.27	-57.30	13390
180.0	P° Farías	H	8/89	Ativa	-30.45	-57.12	1992
195.0	P° Tiraponchos	H	10/93	Ativa	-30.42	-57.28	502
28.0	Bella Unión	H	12/46	Ativa	-30.27	-57.62	14800
-	Artigas (Projeto TwinLatin)	H	1980	2012	-30,393	-56,492	4619
-	Javier de Viana (Projeto TwinLatin)	H	1982	2012	-30,429	-56,805	576

\* H – níveis (m); \*\*Q – vazão (m<sup>3</sup>/s)

Pela bacia carecer de séries históricas de vazão do seu rio principal e principais afluentes, séries históricas da estação fluviométrica da Ponte da Concórdia foram levantadas. Tal estação contém dados de 1968 até 1991. Os dados utilizados nesta análise foram restritos às chuvas médias das estações de Sant'Ana do Livramento-Rivera e de Quarai-Artigas, compilados sob a forma de médias mensais durante o período levantado (Tabela 5).

Tabela 5. Precipitação pluviométrica e vazão no rio Quarai, no período de 1968 até 1991. Fonte: FEPAGRO de Sant'Ana do Livramento, DNAEE de Quarai, DNM de Rivera e Artigas e DNH-MTOP do Uruguai.

Mês	Precipitação pluviométrica (mm)	Vazão média (mm)	Coefficiente de escoamento (%)
Janeiro	151,73	35,11	23,14
Fevereiro	157,97	55,15	34,91
Março	138,66	37,85	27,30
Abril	130,76	66,24	50,66
Mai	122,88	63,66	51,81
Junho	88,77	50,25	56,61
Julho	111,52	66,51	59,64
Agosto	89,15	47,25	53,00
Setembro	109,27	37,42	34,25
Outubro	122,97	45,89	37,32
Novembro	139,42	51,15	36,69
Dezembro	111,72	27,04	24,20
MÉDIAS ANUAIS	1.474,82	583,52	39,57

Os valores calculados indicam vazão específica média de 18,5 L/s/km<sup>2</sup>. Tal valor corrobora as estimativas anteriores, realizadas pelo Plano Diretor de Irrigação - SUDESUL, de 1980. Na bacia, o coeficiente de deflúvio médio anual maior é de 45%, com destaque para os meses de junho (81%), janeiro (26%), dezembro (27%) e março (29%). Vazões quantificadas junto à ponte da Concórdia, entre Quarai e Artigas, mostram valores mínimos nulos, máximos de até 4.813 m<sup>3</sup>/s, tendo a sua média de 95,6 m<sup>3</sup>/s.

Por meio do Programa Marco, foi possível aumentar a relação de dados de vazão da bacia com chuvas, especialmente para períodos mais recentes, entre 2008 até 2014. Isso ampliou consideravelmente as possibilidades de interpretações sobre os extremos que eventualmente ocorrem na bacia (Figura 21). Observou-se que o comportamento dos picos de cheias ao longo dos anos observados, em que nota se entre 2004 e 2006 os eventos foram menos intensos bem como entre 2011 e 2012.

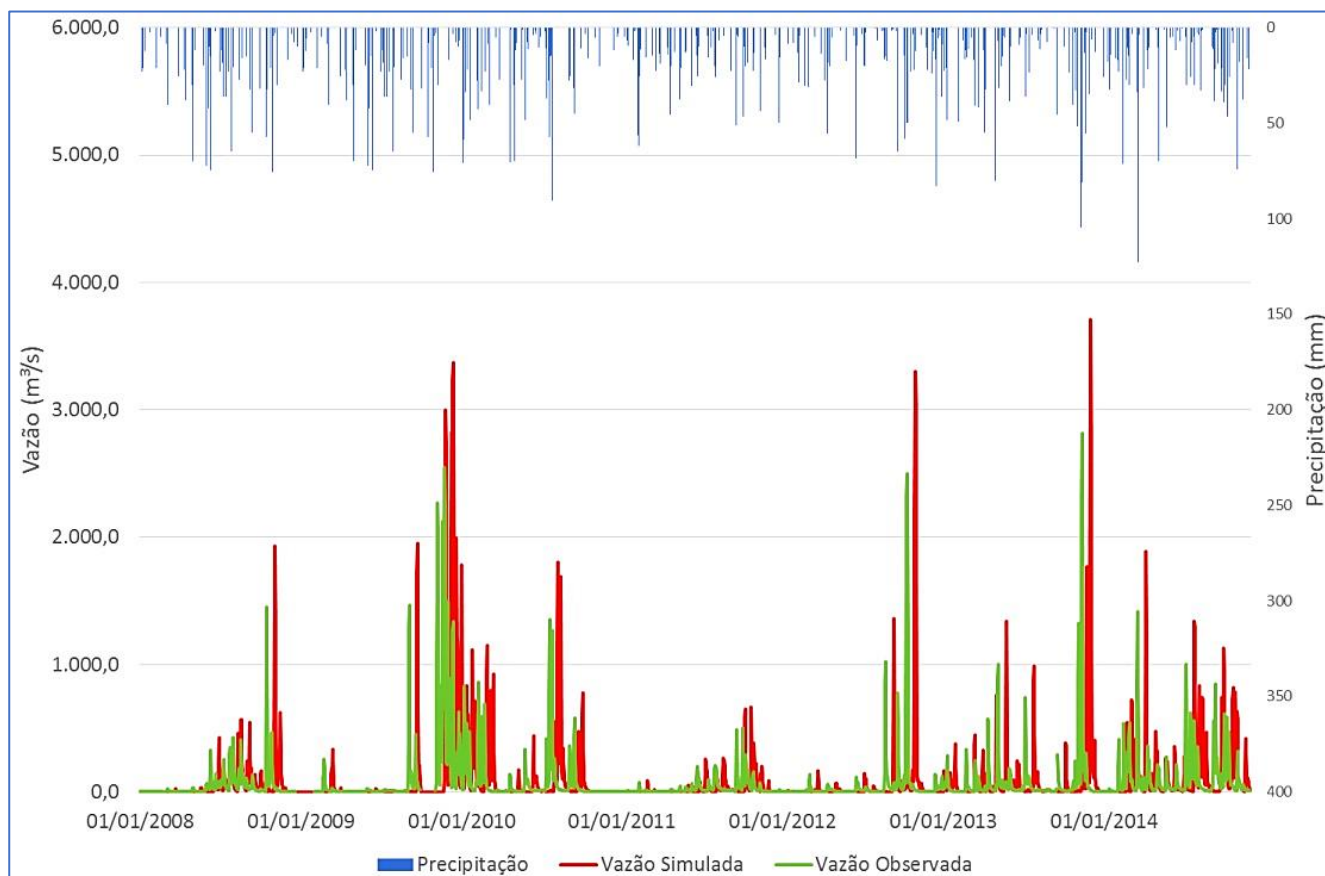


Figura 21. Relação chuva-vazão no período de 2008 até 2014 na bacia hidrográfica do rio Quaraí. Vazões simuladas foram elaboradas conforme parâmetros de modelo e dados históricos. As informações fluviométricas que geraram este gráfico foram extraídas da Estação Quaraí, código 77500000.

O conjunto de dados apresentados neste subcapítulo permitiram identificar boas respostas entre chuva-vazão para a região hidrográfica. Também é possível observar que mesmo com chuvas bem distribuídas ano, a vazão não responde proporcionalmente. Isso torna-se intensamente evidente nos meses de janeiro e fevereiro, como sendo os mais críticos quanto às vazões mínimas, graficamente. Verificou-se severas reduções da disponibilidade hídrica quando em maior necessidade de água para usos múltiplos, especialmente a irrigação. Numa análise sobre a vazão de permanência (Tabela 6 e 7), claramente tem-se o quantitativo muito inferior ao necessário.

Tabela 6. Vazões de permanência do Rio Quaraí.

Mês	Permanência da vazão (m <sup>3</sup> /s)				
	50 %	90 %	95 %	98 %	99 %
Novembro	23,90	3,00	2,00	0,68	< 0,01
Dezembro	12,50	0,58	0,16	< 0,01	-
Janeiro	12,40	0,10	< 0,01	-	-
Fevereiro	19,20	< 0,01	-	-	-
Março	15,10	2,20	0,78	0,19	< 0,01

Tabela 7. Vazões críticas no rio Quaraí para meses de menor disponibilidade hídrica.

Permanência	90 %	80 %
Tempo de Retorno	10 anos	5 anos
Janeiro	0,10 m <sup>3</sup> /s	0,59 m <sup>3</sup> /s
Fevereiro	0,01 m <sup>3</sup> /s	2,40 m <sup>3</sup> /s

Tais considerações permitem inferir que as contribuições dos afluentes e chuvas adjacente ao rio principal da bacia não são quantitativamente suficientes para adequado provimento de água para usos múltiplos. Vazões de permanência de 50 % do tempo, que resultaram em boas disponibilidades hídrica também são insuficientes, já devidamente conhecida pelos períodos de estiagens. Logo, medidas de que aumentem a disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do rio Quaraí são



necessárias, ainda que difíceis de implantar. Destaca-se que no item 2.7.2, estão expostos mais estudos sobre vazões focados em irrigação.

## 2.5.2 Extremos hidrológicos da bacia

A bacia hidrográfica, por suas características morfológicas, responde abruptamente as sazonalidades hidrológicas. Paralelo a isso, o Rio Quaraí tem seu leito normal num nível muito baixo, que facilmente seca em resposta a qualquer tendência a estiagem, revelando fundo rochoso em grande parte de seu curso. Este possui tendência a seca no verão, especialmente no período de dezembro a fevereiro. Nesse período de meses, importante para agricultura da região, a baixa quantidade de água disponível e a alta demanda d'água para irrigação de lavouras de arroz acarreta em muitos riscos econômicos sobre os produtores.

O extremo oposto também ocorre, quando a precipitação pluvial ultrapassa a média em pequeno período de tempo. As inundações constantes, particularmente nas áreas urbanas ribeirinhas ao rio Quaraí, são o principal problema relacionado a recursos hídricos atualmente. Isso porque, comparando com problemas também existentes na bacia e atuais, com lançamento de esgoto doméstico e conflitos pelo uso da água, as chuvas intensas que originam as inundações e desastres não são controláveis. Ocorre que, tanto para escassez quanto excesso hídrico, muito poucas interpretações destas informações voltadas a prevenção são abordadas. Quase todas as inundações ocorridas são relatadas por produtores e pessoas que conhecem a região, sempre destacando os altos e repentinos volumes e movimento de água na bacia.

Alguns casos mais recentes foram destacados no meio midiático. Em janeiro de 2019, a região da fronteira oeste, onde se localiza parte da bacia, foi passível de mais 800 mm de chuva. Desapropriações, degradação de infraestrutura e enormes perdas na agricultura ocorreram, principalmente na cultura do arroz irrigado. Entre abril e maio de 2018, chuvas ocorridas fizeram o rio Quaraí extravasar em regiões mais baixa do município de Quaraí (Figura 22). Entre os dias 30 de abril e 04 de maio de 2018, o acumulado de precipitação pluvial fez com que o rio subisse até os 10,10 metros acima da cota de inundação. Aproximadamente 17 famílias tiveram que deixar suas casas por causa da enchente na época. No final de 2015, também no município de Quaraí, ocorreu a maior enchente dos últimos 50 anos. Três mil pessoas ficaram fora de casa devido a cheia do rio, que estava com 15 metros acima do normal.



Figura 22. Inundação ocorrida em 2018 no município de Quaraí. Fonte: SEMA-RS, (S.D).

Cientificamente, ainda em relação às cheias, hidrogramas correspondentes às maiores inundações registradas, como a partir de 1967, destaca-se a ocorrida em abril de 1991, com o pico de descarga de 4.594,5 m<sup>3</sup>/s. O projeto TwinLatin, por dispor de mais informações hidrológicas, obteve resultados diferentes. As vazões são iguais ou maiores a 10 m<sup>3</sup>/s durante 64% do tempo e esses valores de vazão respondem por 98,7% do escoamento superficial da bacia; durante 22,5% do tempo, a vazão é maior que 100 m<sup>3</sup>/s e estas vazões geram 84,5% do escoamento superficial. Assim, verifica-se que a maior parte do escoamento superficial da bacia resulta de eventos relacionados com precipitações intensas. A estatística utilizada pelo TwinLatin foi a *General Extreme Values* (GEV), utilizando o nível máximo diário anual do período de 1967-2003 e a curva cota-vazão da Estação DNH 84.0. Na tabela 8 são apresentados as vazões extremas para diferentes tempos de retorno e o respectivo nível (H, em metros) medido a partir do referencial zero da escala da estação DNH 84.0.

Tabela 8. Vazões e níveis estimados para diferentes tempos de retorno.

Tempo de Retorno (Anos)	Vazão máxima (m <sup>3</sup> /s)	Nível (m)
2	1458	9,02
5	2377	10,68
10	3112	11,73
20	3929	12,73
30	4455	13,31
50	5178	14,03
100	6280	15,02

A evacuação da população das áreas de risco nas cidades de Artigas e Quaraí inicia a partir do nível 8,3 m, o que é associado a um tempo de retorno menor do que dois anos. Ou seja, é alta a probabilidade de ocorrerem vazões que gerem níveis iguais ou superiores a 8,3 m, tornando comuns os episódios de cheias. No sentido de registrar as faixas em que o rio pode extravasar para a área onde está o município de Quaraí, mapeou-se trechos rio Quaraí que são vulneráveis a inundações (Figura 23). Também estão apresentadas na figura 24 um detalhamento da vulnerabilidade de inundação na cidade de Quaraí, que é passível de maior risco, verificado tanto pelas cheias históricas quanto pela linha em vermelho da próxima imagem no documento. Reitera-se que não somente regiões urbanas são afetadas pelas cheias que eventualmente ocorrem. Muitos relatos de áreas de plantio de arroz também são observados, promovendo muitas perdas na produtividade e economia de produtores. Estimativas numéricas sobre tais perdas não foram encontradas sob compilação para fixar na presente versão do documento.

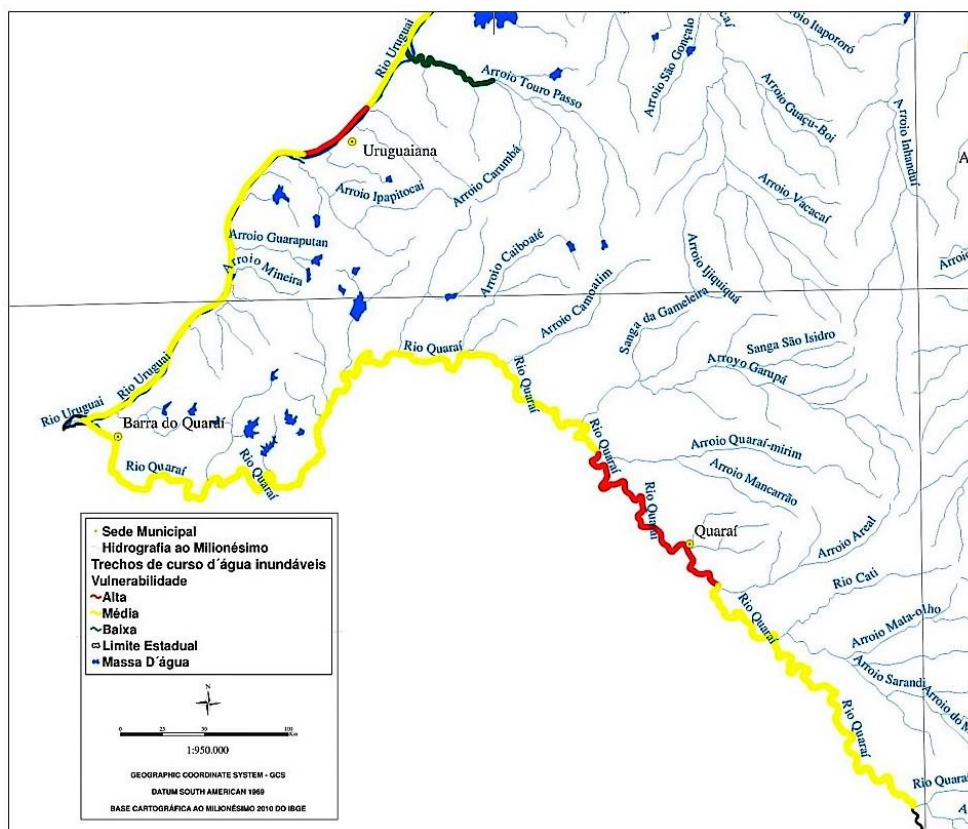


Figura 23. Representação das diferenças da vulnerabilidade de trechos do rio Quaraí. Fonte: ANA, 2012.



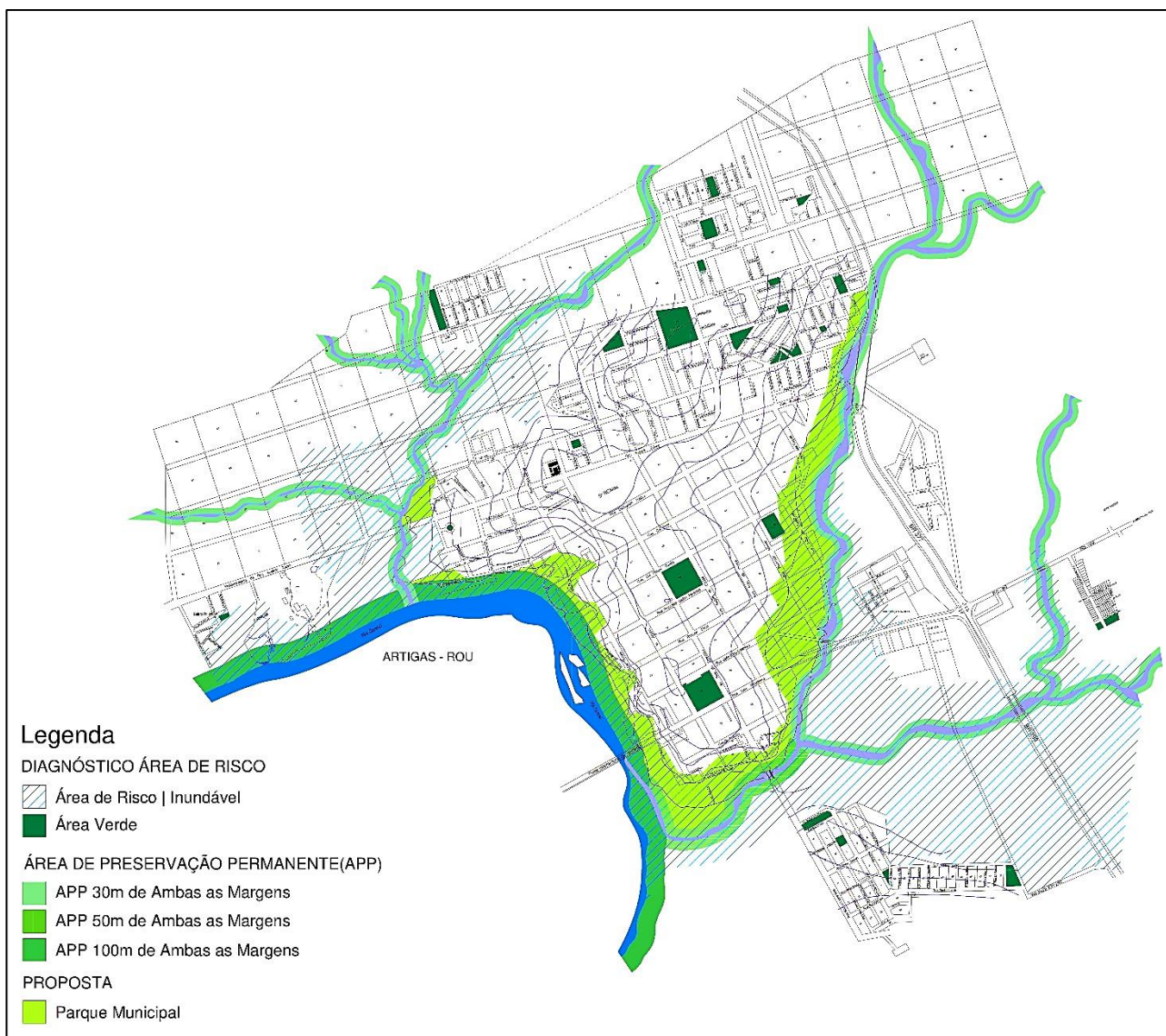


Figura 24. Representação da área de risco de inundação na cidade de Quaraí. Fonte: Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Quaraí.

Ainda que inundações tenham sido mais discutidas, em função dos danos urbanos causados, as secas também são um problema. A bacia do rio Quaraí na fronteira com o Uruguai foi uma das regiões impactadas pelo evento de estiagem ocorrido na metade sul do estado ao longo dos meses de verão. Devido à influência do fenômeno La Niña, o tempo seco fez com que o nível do rio Quaraí ficasse 72% abaixo da média no período.

## 2.6 HIDROGEOLOGIA

A importância das águas subterrâneas é comum em áreas afastadas. Pelo comprometimento da bacia hidrográfica como unidade de gestão ambiental, tem-se a necessidade de saber tais informações, principalmente pelas potenciais contaminações difusas, cuja ocorrência deriva-se das atividades inseridas nesta área de captação (Figura 25). Quantificar e descrever as águas subterrâneas da bacia hidrográfica do rio Quaraí também contribui na eliminação da subjetividade na tomada de decisão. Tais incertezas ambientais não podem comprometer a precisa tomada de decisão num cenário onde os recursos naturais são cada vez mais visados e prioritários em termos econômicos e como reserva de valor. Por fim, a presença desses dados, em conjunto com interpretação dos mesmos, agrega grande valor estratégico territorial pelos recursos hídricos subterrâneos.



Figura 25. Demonstração hipotética de contaminação potencial dos recursos hídricos subterrâneos, oriunda das diversas atividades comumente inseridas em bacias hidrográficas. Fonte: FOSTER et al., 2006.

Uma das principais informações sobre águas subterrâneas da região é a Carta Hidrogeológica da bacia do Quaraí. Esta constitui a base cartográfica e hidrogeológica do Programa a Marco para a gestão sustentável dos recursos hídricos da bacia do Prata, considerando os efeitos hidrológicos decorrentes da variabilidade e mudança do clima. Conjuntamente ao trabalho hidrogeológico realizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) (Figura 26) é possível observar na bacia aquíferos granulares com alta produtividade, como aquífero Rivera e Botucatu, e aquíferos com produtividade baixa, granulares como o Salto-Arapey e Aluviões, e fissurados como Arapey e Serra Geral. O volume anual extraído de água subterrânea na bacia pode chegar a mais de 3 milhões de metros cúbicos nas regiões das cidades de Artigas e Quaraí, apresentando também a maior quantidade de poços.



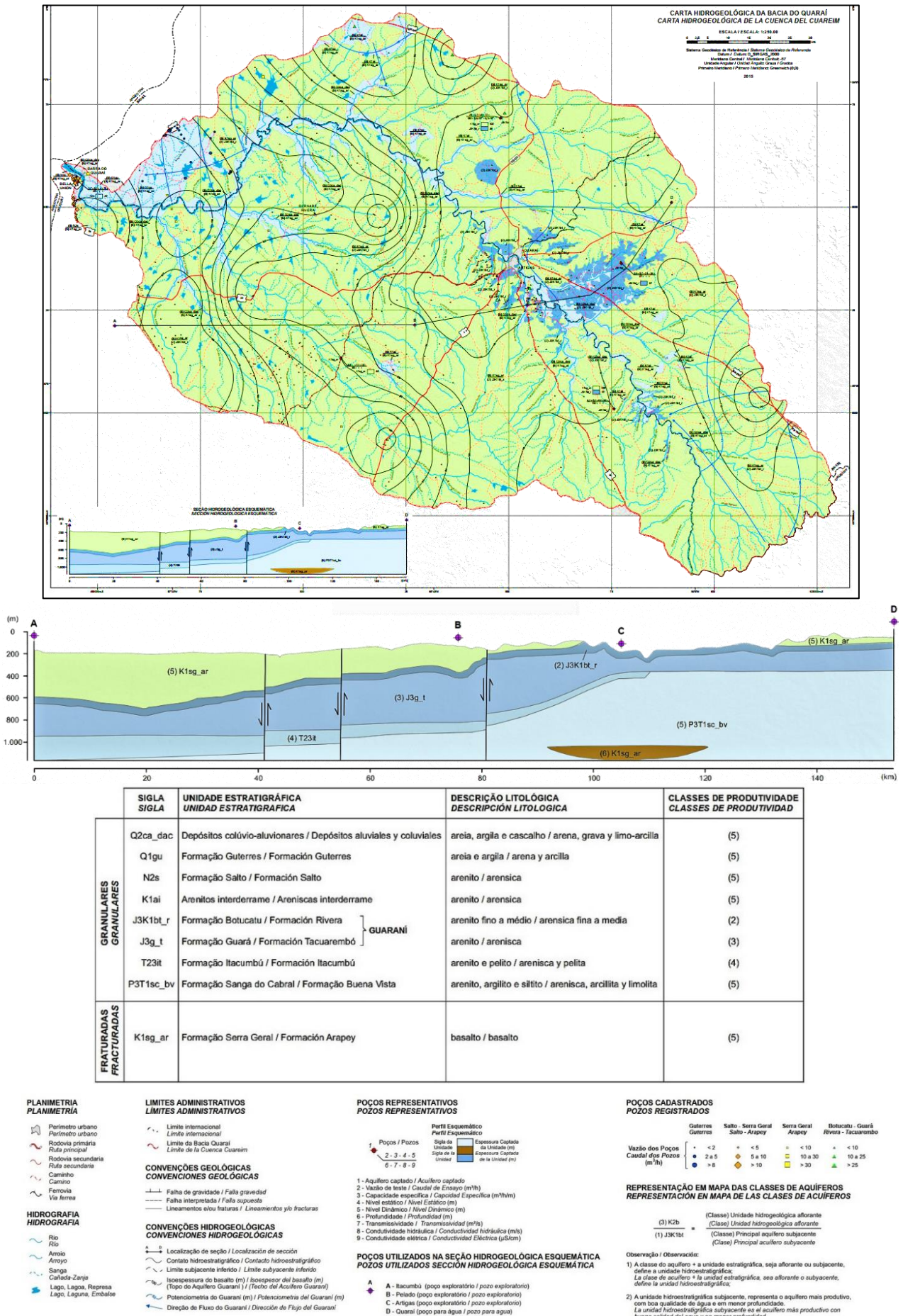


Figura 26. Mapa hidrogeológico da bacia hidrográfica do rio Quaraí.

A quantidade de poços na bacia é maior nas cidades de Quaraí e Artigas. Estima-se que o volume anual extraído de água subterrânea na bacia seja aproximadamente de 3.106 m<sup>3</sup>. No Aroio Areal, afluente do Rio Quaraí se encontram as zonas de recarga do Sistema Aquífero Guarani, área com sensibilidade a contaminação consistindo de aquífero com alta a média potencial de produção de águas subterrâneas em rochas sedimentares com porosidade intergranular, locais onde ocorre o processo de arenização. A maior parte dos poços existentes na bacia localizam em áreas rurais, afastadas das redes de abastecimento (Figura 27). Os tipos de uso das águas subterrâneas captadas dos poços compreendem a seguinte hierarquia: 1° Abastecimento doméstico; 2° Abastecimento múltiplo (doméstico e animal); 3° Irrigação; 4° Lazer; 5° Monitoramento. Os poços cadastrados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) pertencente a bacia, podem visualizados na tabela 9.

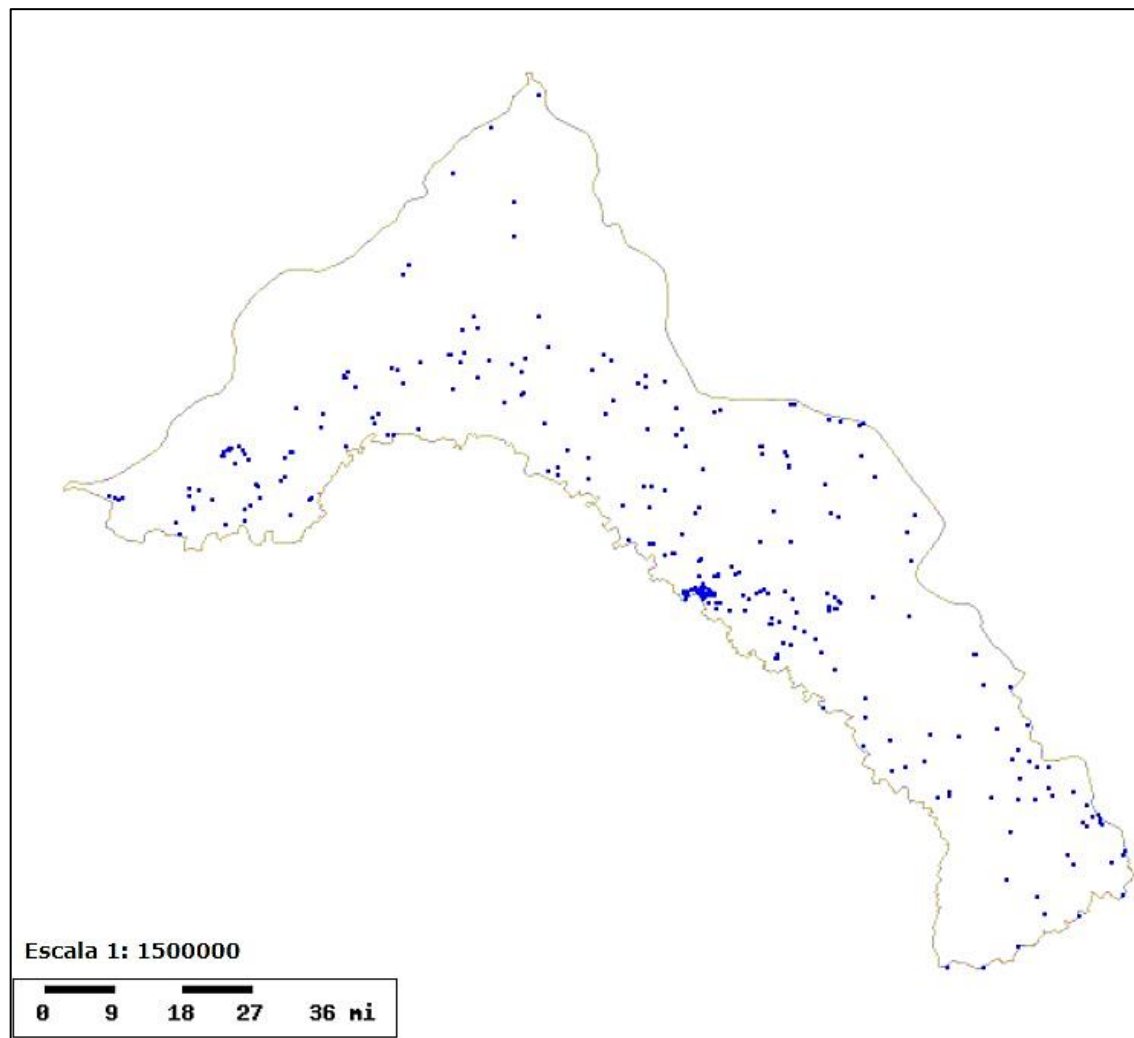


Figura 27. Espacialização dos poços de captação de recursos hídricos subterrâneos na bacia hidrográfica do rio Quaraí, parte brasileira, que estão cadastrados no SIAGAS. Fonte: CPRM / SIAGAS.

Tabela 9. Poços de captação de água subterrânea ativos na bacia hidrográfica do rio Quaraí. Fonte: CPRM / SIAGAS.

Código do Poço no SIAGAS	Localidade	Natureza	Nível Estático (m)	Nível Dinâmico (m)	Vazão Estabilização (m <sup>3</sup> /h)
4300000140	AGROPASTORIL ALTALAIA LTDA	Poço tubular	60	88.4	35
4300000143	GUAPITANGUI	Poço tubular	4.5	32.6	82
4300000144	GUAPITANGUI	Poço tubular	5.4	35.9	59
4300000167	GRANJA CAPIVARI	Poço tubular	64.7	87.9	50
4300000296	GALPOES	Poço tubular	0.4		1
4300000541	CERRITO	Poço tubular	3.4	12.6	65
4300000547	ESTANCIA SAO JOSE	Poço tubular	54	110	36
4300000548	ESTANCIA SAO JOSE	Poço tubular	46	72	28
4300000886	HOSPITAL DE CARIDADE DE QUARAI	Poço tubular	27	43.5	18
4300000887	VILA SAL SAL	Poço tubular	30.6	36.18	3.87
4300001149	SARANDI-FAZENDA VISTA ALEGRE	Poço tubular	21		
4300001154	ESTANCIA NOVA	Poço tubular			
4300001155	ESTANCIA SAO JOAO VELHO	Poço tubular			
4300001156	ESTANCIA LAGOA BONITA	Poço tubular			
4300001157	ESTANCIA BOM DESPACHO	Poço tubular	27	55	11

4300001158	ESTANCIA DO MORMACO	Poço tubular	36.4		1.8
4300001159	ESTANCIA SAO FRANCISCO	Poço tubular			
4300001160	ESTANCIA SANTO ANGELO	Poço tubular			
4300001161	ESTANCIA SANTA MARGARIDA	Poço tubular			
4300001162	ESTANCIA SARANDI	Poço tubular			
4300001165	CABANHA ALEGRIA	Poço tubular			
4300001166	ESTANCIA SANTA EULALIA	Poço tubular			
4300001171	ESTANCIA REMANSO	Nascente			
4300001172	PASSO DA GUARDA	Poço tubular			
4300001173	ESTANCIA NOVA SAO JOAO	Nascente			
4300001175		Poço tubular	0.4		
4300001191	SARANDI	Poço tubular	4	8	2.4
4300001203	ESTANCIA SOSSEGO	Poço tubular	61	82	6
4300001204	ESTANCIA SAO JOAO	Poço tubular	0.5		
4300001205	ESTANCIA CONCORDIA	Poço tubular	0.7		
4300001206	ESTANCIA PARAISO	Poço tubular	0.2		
4300001207	ESTANCIA PARAISO	Poço tubular			
4300001208	CAMPO OSORIO	Poço tubular	12.45		
4300001209	ESTANCIA SAO GREGORIO	Poço tubular	3		
4300001210	ESTANCIA SANTA TEREZINHA	Poço tubular	0.3		
4300001211	PINHOS-ESTANCIA SOSSEGO	Poço tubular			
4300001212	FAZENDA SANTA CLARA	Poço tubular	0.4		
4300001213	FAZENDA SANTA VILMA	Poço tubular	4.8		
4300001214	FAZENDA SAO MIGUEL	Poço tubular	1		
4300001215	COLEGIO SANTA MARGARIDA	Poço tubular	0.9		
4300001218	ESTANCIA CERRO CHATO	Poço tubular	0.7		
4300001233	COXILHA NEGRA	Poço tubular	1.4		
4300001234	COXILHA NEGRA	Poço tubular	0.72		
4300001844	AFERIDOR	Poço escavado (cacimba/cisterna)	1.6		
4300001845	SAO MARCOS	Poço tubular	18		
4300001848	ARROZEIRA MINUANO	Poço escavado (cacimba/cisterna)	8.7		
4300001850	ESTANCIA SAMKITA	Poço tubular	21		
4300001853	GRNJA NOVA ESPERANCA-PINDAI	Nascente	0		
4300001854	ESTANCIA JARA	Poço tubular	9.3		
4300001889	ESTANCIA SANTA ROSA	Poço tubular			
4300001890	MARIO CASTRO	Poço tubular	8		
4300001891	ESTANCIA ESPINILHO	Poço tubular			
4300001905	ESTANCIA CAPIVARI	Poço tubular			
4300001906	ESTANCIA CAPIVARI	Poço tubular			
4300001907	ESTANCIA SAO LILIANO	Poço tubular	12		
4300001914	ARROIO CAIBOATE	Poço tubular			
4300001915	ARROIO CAIBOATE	Poço tubular	0.2		
4300001929	FAZENDA SANTA CARMEM	Poço tubular	5		
4300001930	VIUVA PEREZ	Poço tubular	4		
4300001931	SANTA CANDIDA	Poço tubular	3		
4300001932	FAZENDA PAI PASSO	Poço tubular	7		50
4300001938	ESTANCIA VISTA ALEGRE	Poço tubular	18		
4300001939	ESTANCIA PROGRESSO	Poço escavado (cacimba/cisterna)	13		
4300001940	ESTANCIA SAO JOAO	Poço escavado (cacimba/cisterna)	4		
4300001941	ESTANCIA FRANKLIN FERNANDES	Poço tubular	8		
4300001942	GRANJA GIRIVA	Poço tubular	23		
4300001943	ESTANCIA DO SILENCIO	Poço tubular	13		1
4300001944	ESTANCIA CHARRUA	Poço tubular	14		
4300001945	ESTANCIA JONCO	Poço tubular			
4300001946	FAZENDA TAPERA VELHA	Poço tubular	20		
4300001947	FAZENDA BRAZEIRO	Poço tubular			
4300001948	FAZENDA SANT'ANA	Poço tubular			
4300001949	FAZENDA CAMOATIM	Poço tubular	28.3		
4300001950	FAZENDA BETA FLOR	Poço tubular			
4300001951	ESTANCIA SANTO ONOFRE	Poço tubular	18		
4300001952	ESTANCIA SANTA CLARA	Poço tubular	4.3		
4300001953	ESTANCIA BELA VISTA	Poço tubular	2.95		
4300001954	ESTANCIA SANTO ISIDORO	Poço tubular	50	60	1.6
4300001955	ESTANCIA SAO PEDRO	Poço tubular	114		
4300001956	ESTANCIA VELHA	Poço escavado (cacimba/cisterna)	12.3		
4300001958	ESTANCIA TIARAJU	Poço tubular	12	16	
4300002351	ESTANCIA SANTA MARTA	Poço tubular	84		

4300002736	FAZENDA SANTA MARGARIDA	Poço tubular			37
4300002737	POSTO MATA OLHO	Poço escavado (cacimba/cisterna)			0.1
4300002738	CABANHA VAZ NEVES	Poço escavado (cacimba/cisterna)			
4300002739	CABANHA AZUL	Poço tubular			18
4300002740	QUARAI-MIRIM	Poço tubular			60
4300002873	FAZENDA NOVO JARAU	Poço tubular			20.2
4300008013	SUBESTACAO CEE AES SUL	Poço tubular		22	1
4300009151	CHACARA DO ROMI	Poço tubular			22
4300009152	BALTAZAR BRUN 684	Poço tubular			10
4300009153	POSTO COMBUSTIVEL	Poço tubular			16
4300009154	HOSPITAL	Poço tubular		43.5	18
4300009155	ANTIGO MATADOURO MUNICIPAL	Poço tubular		19.5	2
4300009156	JOQUEI CLUBE	Poço tubular			21.25
4300009157	BALTAZAR BRUM 1060	Poço tubular			2.6
4300009158	POSTO CHEGUHEM	Poço tubular			4.2
4300009159	VIGARIO DA CRUZ JOBIM	Poço tubular			20
4300009160	ANTIGO CORTUME	Poço tubular			3.6
4300009161	GREMIO RECREATIVO	Poço tubular			2.5
4300009162	POSTO AVENIDA	Poço tubular			24
4300009163	ENGENHO SAO JOAO BATISTA	Poço tubular			0
4300009164	SUPER POSTO QUARAI	Poço tubular		18	9
4300009165	SANGA DO SALCO	Poço tubular		43	5
4300009166	CABANHA BRANCA 1	Poço tubular		21	4.38
4300009167	CABANHA BRANCA 2 (SEDE)	Poço tubular			15.5
4300009168	CABANHA BRANCA 3	Poço tubular		17	3
4300009169	CHACARA DA PEDREIRA	Poço tubular			3.3
4300009170	CHACARA SANTA TERESA	Poço tubular			6
4300009171	5° RC MEC	Poço tubular			32.5
4300009172	CIRCULO MILITAR DE QUARAI	Poço tubular			12
4300009173	SUPER 300	Poço tubular			3.6
4300009174	WHYSKERIA PALMEIRAO	Poço tubular			0
4300009175	VILA DO PARQUE	Poço tubular		15	5
4300009176	SAO JOAO BATISTA 270	Poço tubular			
4300009177	CHACARA SANTA ROSA	Poço tubular			4.1
4300009178	ESCOLA MUNICIPAL BARROIN	Poço tubular			15
4300009179	ESCOLA CORONEL BARROIN	Poço tubular		28	3.3
4300009180	CHACARA MARIA ELIZABETE	Poço tubular		20	3
4300009181	CHACARA DO WALTER	Poço tubular			2.5
4300009182	CHACARA SANTA ISABEL	Poço tubular		8	4
4300009183	FAZENDA DO CERRO 1	Poço tubular			31.6
4300009184	FAZENDA DO CERRO 3	Poço tubular			29
4300009185	FAZENDA DO CERRO 2	Poço tubular			40
4300009186	CHACARA DA LAGOA	Poço tubular			7
4300009187	CENTRO DE TREINAMENTO HORIZONTE	Poço tubular		9	4
4300009188	ESTANCIA ROSADA	Poço tubular			5.8
4300009189	GRANJA SANTA RITA	Poço tubular			0.8
4300009190	FAZENDA TAPERA 1	Poço tubular			3.1
4300009191	FAZENDA TAPERA 2	Poço tubular		15	4
4300009192	RS377 KM514,6	Poço tubular			15.8
4300009193	CONDOMINIO SANTA VIRGINIA 1	Poço tubular			
4300009194	CONDOMINIO SANTA VIRGINIA 2	Poço tubular			9.7
4300009195	ESTANCIA SANTA ERONDINA	Poço tubular			0.6
4300009196	FAZENDA SANTA MARIA	Poço tubular			5.9
4300009197	ESTANCIA DO JARAU	Poço tubular		104	2
4300009198	ESTANCIA BRANCA DO JARAU	Poço tubular			6.8
4300009199	SANTA EDUVEIRGES DO JARAU	Poço tubular			12.6
4300009200	R. VIGARIO DA CRUZ JOBIM	Poço tubular		24.48	60.9
4300009201	RUA ERMES BRUM SALDANHA	Poço tubular		30.9	66.56
4300009202	CENTRO ESPORTIVO DE QUARAI	Poço tubular			
4300009203	R. DUQUE DE CAXIAS 2080	Poço tubular		65.92	85.62
4300009204	RUA ERNESTO ARRIAL, 733	Poço tubular		39.19	17.47
4300009205	CHACARA	Poço tubular		17	5
4300009206	SETE DE SETEMBRO	Poço tubular		48.11	23.68
4300009207	SETE DE SETEMBRO	Poço tubular		90.2	37.714
4300009208	SETE DE SETEMBRO	Poço tubular			1.7
4300009209	RS60 KM4	Poço tubular		32.99	70.89
4300009210	RS60 KM4	Poço tubular			
4300009211	ETA 1 - R. SIMOES LOPES NETO 1500	Poço tubular		79.21	21.951
4300009212	R. Simões Lopes Neto, 1500 - ETA 2	Poço tubular		77.02	41.09
4300009213	RUA BALTAZAR BRUM 836	Poço tubular			19.8

4300009214	QUINTA ZORRILHO	Poço tubular	15		6
4300009328	RUA SAO FRANCISCO 250	Poço tubular	14	36	
4300009342	CANUDOS	Poço tubular	52.6	56.95	3
4300009343	CANUDOS	Poço tubular	65		0.5
4300009349	PEDREGAL	Poço tubular			
4300009350	ESTANCIA VERDE	Poço tubular			
4300009353	ESPINILHO	Poço tubular			
4300009786	AREAL	Poço tubular	18		4
4300009787	LINHA AREAL	Poço tubular	9		8
4300009788	AREAL P DO MEIO	Poço tubular	6.2		4
4300009789	SERRINHA	Poço tubular	57		2.2
4300009790	SERRINHA	Poço tubular	34	37	3
4300009791	MANCARRAO	Poço tubular	54	72	2.5
4300009792	VILA GARUPA	Poço tubular	47		0.54
4300009793	VILA GARUPA	Poço tubular	40	75	4
4300009794	SANTO IZIDRO	Poço tubular	50	52	3
4300009795	GARUPA	Poço tubular	25	35	3
4300009796	GARUPA	Poço tubular	46.8		4.5
4300009797	SOTEIA	Poço tubular	11		3.5
4300009798	LAJEADO	Poço tubular	68		1.2
4300009799	BRANQUILHO	Poço tubular			
4300009800	LAJEADINHO QUERENCIA	Poço tubular	19	27	3
4300009801	TOCA DO TIGRE	Poço tubular	10	14	2.4
4300009802	BRANQUILHO	Poço tubular	6	30	0.5
4300009803	BRANQUILHO	Poço tubular	59		2.4
4300009804	LARANJEIRAS	Poço tubular	60		1.5
4300009805	TRES VENDAS	Poço tubular	17.8		2.1
4300009808	PAI PASSO	Poço tubular	13		0.5
4300009809	JARAU	Poço tubular	8		2
4300009819	AREAL	Poço tubular	1.6		5
4300009820	AREAL	Poço tubular			
4300009821	AREAL	Poço tubular	10	12	5
4300009822	RECURSO	Poço tubular	18	28	3
4300009823	AREAL	Poço tubular	11		1.2
4300009824	AREAL	Poço tubular	6	10	3
4300009825	AREAL	Poço tubular	11	12	2.4
4300009826	AREAL COLONIA	Poço tubular	18	22	2.5
4300009827	AREAL	Poço tubular	19	20	5
4300009828	QUATEPE	Poço tubular	19		2.8
4300009829	ESCOLA MUNICIPAL SEPE TIARAJU	Poço tubular	44	45	3
4300009830	SANGA DA AREIA	Poço tubular	20	26	4.5
4300009831	QUARAI MIRIM	Poço tubular	3.4		2.6
4300009832	SESMARIA DE VASCONCELOS	Poço tubular	27	31	3
4300009833	CONDOMINIO BELA VISTA QUINTANHEDA	Poço tubular	22	50	5
4300009834	SESMARIA DOS VASCONCELOS	Poço tubular	8		1.5
4300009835	SESMARIA DOS VASCONCELOS	Poço tubular	21	30	4
4300009836	R JOAO BATISTA DE CASTILHOS 757	Poço tubular	4	5.5	5.4
4300009837	SANGA DOS GOMES	Poço tubular	50		2
4300009838	QUATEPE	Poço tubular	5.3		2.4
4300009839	AREAL	Poço tubular	26		1.2
4300009908	AGROPASTORIL ATALAIA LTDA				
4300009911	ESTANCIA SAO PEDRO	Poço tubular	100		3
4300009912	ESTANCIA SANTA CECILIA	Poço tubular	8		5
4300009913	ESTANCIA TIARAJU	Poço tubular	105		3.8
4300009916	ESTANCIA DO JUNCO	Poço tubular	1	70	1.5
4300009917	ESTANCIA DO JUNCO	Poço tubular			
4300009918	ESTANCIA SANTA RITA DO CARBOATE	Poço tubular			
4300009919	ESTANCIA JUQUIRI	Poço tubular	8	10	5
4300009920	ESTANCIA JUQUIRI	Poço tubular	18	25	4.5
4300009921	ESTANCIA DA SUTEIA	Poço tubular	10	11	5.4
4300009922	ESTANCIA PORIAJU	Poço tubular			
4300009923	ESTANCIA ITAPEVA	Poço tubular	12	20	4.5
4300009924	ESTANCIA DO ANGICO	Poço tubular	11	19	3.5
4300009925	ESTANCIA ITAPEVA	Poço tubular	10	15	2.5
4300009926	CASUARINAS	Poço tubular	8		2.5
4300009941	POSTO SAO JOAQUIM	Poço tubular			
4300009942	ESTANCIA SAO JOAQUIM	Poço tubular			
4300009943	ESTANCIA SAO JOAQUIM	Poço tubular			
4300009944	ESTANCIA SAO JOAQUIM	Poço tubular			
4300010114	AV. VISCONDE DO RIO BRANCO, 1260	Poço tubular	8.26	70.49	34.61
4300010118	BR472 KM32	Poço tubular	8		8

4300010123	CABANHA SANTO ANGELO	Poço tubular	10		1.8
4300010124	CABANHA SANTO ANGELO VILA DOS EMPREGADOS	Poço tubular	10		1.8
4300010127	ESTANCIA ALVORADA	Poço tubular	19		1.1
4300010128	ESCOLA M. MANOEL LIMA DOS SANTOS-GUTERRES	Poço tubular	7.8		3.3
4300010129	ESTANCIA VISTA ALEGRE	Poço tubular	13		3.8
4300010130	ESTANCIA ESPINILHO	Poço tubular	14		4.2
4300010131	ESTANCIA MOSSOROCA	Poço tubular	3	11	6
4300010132	ESTANCIA MOSSOROCA	Poço tubular	4.7		3.2
4300010133	POVINHO PASSO DA CRUZ PASTOR MARINHO	Poço tubular	4.1		6
4300010134	GRANJA PASSO DA CRUZ	Poço tubular	2.99	32.19	19.8
4300010135	ESTANCIA SANTO ESTEVES	Poço tubular	7		3.9
4300010136	ESTANCIA SANTA TEREZINHA	Poço tubular	10.5		1.3
4300010139	BR472 KM636	Poço tubular	4		4.8
4300010142	GRANJA STA CANDIDA	Poço tubular	8.5		2.8
4300010143	ESTANCIA MOSSOROCA-VILA DOS EMPREGADOS	Poço tubular	6.1		3.2
4300010144	ESTANCIA MOSSOROCA-PORTÃO ENTRADA	Poço tubular	6.8		5.1
4300010159	ESTANCIA DO TORTO	Poço tubular	6		4.1
4300010163	CHACARA DO SOL - BR 472 , KM 632	Poço tubular	5.8		3.7
4300010164	SITIO 3 EMES	Poço tubular	3.9		5.5
4300010166	BR472 KM632	Poço tubular	3.5		3.9
4300010167	ESTANCIA SÃO BERNARDO	Poço tubular	6.2		4.1
4300010168	ESTANCIA SÃO BERNARDO	Poço tubular	4.8		2.9
4300010173	ESTANCIA SÃO BERNARDO	Poço tubular	7.5		3.8
4300010216	AGROPECUARIA SANTO ANTONIO	Poço tubular			
4300010217	AGROPECUARIA SANTO ANTONIO	Poço tubular			
4300010218	ESTANCIA SANTA ROSA	Poço tubular	2	9	5
4300010219	ESTANCIA SANTA ROSA	Poço tubular	7	45	2
4300010220	CABANHA RECREIO	Poço tubular	9.5		
4300010221	GRANJA SARANDI	Poço tubular	14		
4300010222	FAZENDA RIVALTA CAPIVARI	Poço tubular	13	27	2.5
4300010223	FAZENDA RIVALTA	Poço tubular	6.8		
4300010224	ESTANCIA SARANDI	Poço tubular	18	19	3
4300010225	ESTANCIA SARANDI	Poço tubular	8	10.5	3
4300010239	ESTANCIA NOVA AURORA	Poço tubular	64		5
4300010240	ESTANCIA NOVA AURORA	Poço tubular	12		2.5
4300010241	ESTANCIA NOVA AURORA	Poço tubular	50		1.5
4300010242	GRANJA CAPIVARI	Poço tubular	45		1.5
4300010248	ESTANCIA SARANDI	Poço tubular			
4300010251	ESTANCIA DAS VERTENTES	Poço tubular			
4300010566	VILA GARUPA	Poço tubular	23	24	2.5
4300010572	CERRO CHATO	Poço tubular	1	12	1.5
4300010574	SARANDI	Poço tubular	2	25	0.2
4300010575	SARANDI	Poço tubular	4		3.5
4300010576	SARANDI	Poço tubular	72		1.5
4300010580	PEDREGAL	Poço tubular			
4300010581	PEDREGAL	Poço tubular			
4300010593	PEDREGAL	Poço tubular	4.5	7	6
4300010594	SARANDI	Poço tubular	30	40	3
4300018206	E.E. ENS. FUNDAMENTAL FELISBERTO GONÇALVES	Poço tubular			
4300018207	FAZENDA N. 5ª DA GRACA	Poço tubular			
4300020122	CERRO DO JARAU	Poço de monitoramento	6.9	80.7	2.52
4300020533	PROXIMIDADES DO ARROIO AREAL	Poço tubular			
4300021423	OLHOS DAGUA	Poço tubular	56.22	71.34	15.36
4300021448	HIDRAULICA DO SALADERO	Poço tubular	15.8	25.8	14.14
4300021449	ESTANCIA DO MADRIGAL	Poço tubular	10	48	14
4300021450	ESTANCIA DO CERRO	Poço tubular	80	140	6
4300021452	ESTANCIA REFUGIO	Poço tubular	52	61	6
4300021524	RUA OSVALDO CRUZ S/N	Poço tubular	26.37	33.5	14.4
4300021603	Passo do Meio	Poço de monitoramento	19.67	26.75	5.48
4300022206	SANGA DA AREIA	Poço tubular			
4300022208	ESTÂNCIA ALVORADA - PASSO DA GUARDA - GAROPÁ	Poço tubular	103	106	2
4300022209	SAL SAL	Poço tubular	3.6	7	
4300022210	SAL SAL - NA PROP. DE ALCEMIR CASTRO DE OLIVEIRA	Poço tubular			

4300022211	QUATEPE - NA PROP. ARENDAMENTO JEFERSON PIRES	Poço tubular			
4300022212	SAL SAL	Poço tubular	34	34.1	3
4300022213	SAL SAL	Poço tubular			
4300022214	SAL SAL	Poço tubular	14	23	3
4300022215	BEIRA RIO - SESMARIA DOS VASCONSELOS	Poço tubular	29	29.1	5
4300022216	AGROINDÚSTRIA - GUTERREZ	Poço tubular			
4300022217	RS 472 KM 628 - GUTERREZ	Poço tubular			
4300022256	RUA ESTRADA VELHA S/N	Poço tubular			
4300022342	PAI PASSO - ESTÂNCIA SANTO ESTEVES	Poço tubular			
4300022343	PRÓXIMO AO RIO QUARAI - PAI PASSO	Poço tubular			
4300022344	ESTRADA BR BARRA DO QUARAI, 2170	Poço tubular			
4300022345	CERRO CHATO - PRÓXIMO A USINA EÓLICA	Poço tubular			
4300022346	CERRO CHATO - PRÓXIMO A USINA EÓLICA	Poço tubular			
4300022347	CERRO CHATO - USINA EÓLICA	Poço tubular			
4300022348	CERRO CHATO - ESCRITÓRIO DA USINA EÓLICA	Poço tubular			
4300022349	CERRO CHATO - SUBESTAÇÃO DA ELETROSUL	Poço tubular			
4300022350	CERRO CHATO - PRÓXIMO A USINA EÓLICA	Poço tubular			
4300022352	ESTÂNCIA BOM PRINCÍPIO - GUTERREZ	Poço tubular			
4300022353	ESTÂNCIA DO SOSSÊGO - QUEIMADA	Poço tubular			
4300023865	ETA (POÇO COR-QUA-01)	Poço tubular	34.45	80	22
4300025044	SEDE	Poço tubular	8.8	128.96	14.2
4300025960	SESMARIA DO IMBAA-SALSO	Poço tubular	13.1	13.79	4.87
4300026151	ESCOLA ESTADUAL NILZA CORREIA PEREIRA	Poço tubular	7.9	10.06	81.12
4300026152	VIVEIRO MUNICIPAL	Poço tubular	3.6	95.72	3.93
4300026822	SEDE	Poço tubular	38.8	72.74	41.973

### 2.6.1 Vulnerabilidade de águas subterrâneas

Dentre estas técnicas de mapeamentos, a que vem ganhando destaque, no que se refere às águas subterrâneas, são os sistemas com índices de vulnerabilidade (ALLER et al., 1987; FOSTER, 1987), formados por parâmetros hidrogeológicos, morfológicos e outras formas de parametrização das características do meio, de um modo bem definido. Além disso, a utilização de índices tem a vantagem de eliminar a subjetividade existente nos processos de avaliação e tomada de decisão (SILVA et al., 2015).

A vulnerabilidade pode ser definida como a sensibilidade ou suscetibilidade que tem um determinado meio, frente a um impacto, seja ele de origem natural ou antrópica. No caso dos aquíferos, Ribeira (2004) define a vulnerabilidade como uma série de atributos ou características destes que são o solo, a zona não saturada, os parâmetros hidráulicos do aquífero e a recarga, as quais controlam a aptidão do aquífero para fazer frente a um impacto indeterminado e sua capacidade de autorrestauração (Figura 28).



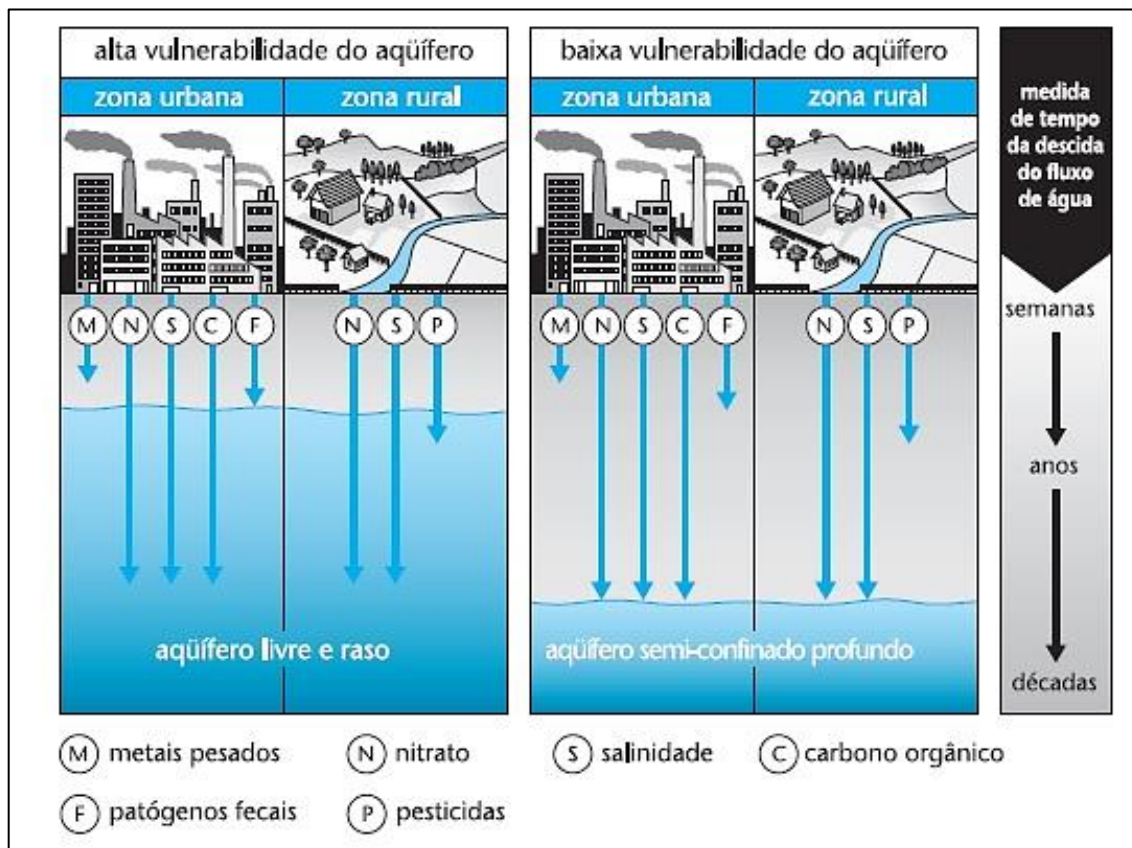


Figura 28. Relação entre alguns tipos de contaminantes com a profundidade e confinamento do aquífero, com também escala temporal de percolação de substância com consequente depuração desta. Fonte: FOSTER et al., 2006.

Para Foster (1987) e Foster e Hirata (1993), o termo vulnerabilidade natural à contaminação do aquífero representa características intrínsecas à susceptibilidade de ser afetado por uma carga contaminante. Esta ocorre em função da inacessibilidade hidráulica da penetração de contaminantes, como também capacidade de atenuação dos estratos acima da zona saturada do aquífero, como resultado de sua retenção física e reações químicas com o contaminante. Porém, para a determinação do perigo de contaminação, os dois fatores citados interagem com os seguintes componentes: a) modo de disposição do contaminante no subsolo, em particular a magnitude de qualquer carga hidráulica associada; b) classe do contaminante, em termos de mobilidade e persistência (SILVA et al., 2015). Foster e Hirata (1993) salientam que a carga contaminante é proveniente das atividades antrópicas realizadas em superfície.

Diante do exposto, no sentido de mapear as águas subterrâneas da bacia hidrográfica do rio Quaraí, utilizou-se o proposto por Foster et al., (2006), a metodologia GOD (G - Grau de confinamento hidráulico da água subterrânea no aquífero; O - Ocorrência dos estratos de cobertura; D - Distância até o lençol freático ou até o teto do aquífero confinado. Por meio desta, avaliou-se a vulnerabilidade natural de contaminação na bacia hidrográfica do Rio Quaraí. Via geoprocessamento, delimitou-se quais áreas da bacia apresentam maior susceptibilidade a contaminação das águas subterrâneas. O desenvolvimento e confecção dos índices e cartogramas de vulnerabilidade natural constitui-se, portanto, de uma importante ferramenta de planejamento ambiental e territorial e de gestão das águas subterrâneas da bacia hidrográfica do Rio Quaraí. Nas figuras 29, 30 e 31 estão expostos os primeiros resultados.



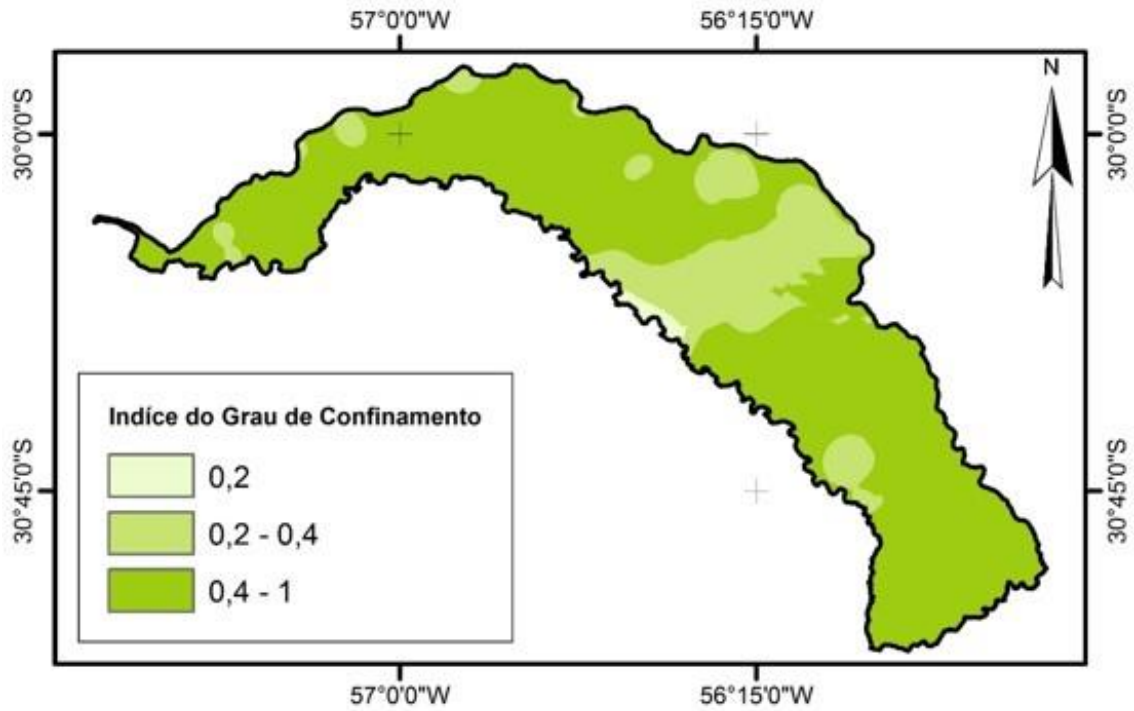


Figura 29. Representação do grau de confinamento das águas subterrâneas na bacia hidrográfica do Quaraí, parte brasileira. DATUM: WGS84. Fonte do mapa: Autor. Fonte de dados: SIAGAS / CPRM.

Analisando os dados e a espacialização do índice do grau de confinamento (a) observa-se a ocorrência de poços confinados em 37,5%, de semi-confinados em 14,8% e de livre em 47,7%. Ou seja, o tipo de grau de confinamento que mais afeta negativamente a vulnerabilidade natural é a classe de maior ocorrência na bacia, possuindo assim um peso alto no índice final.

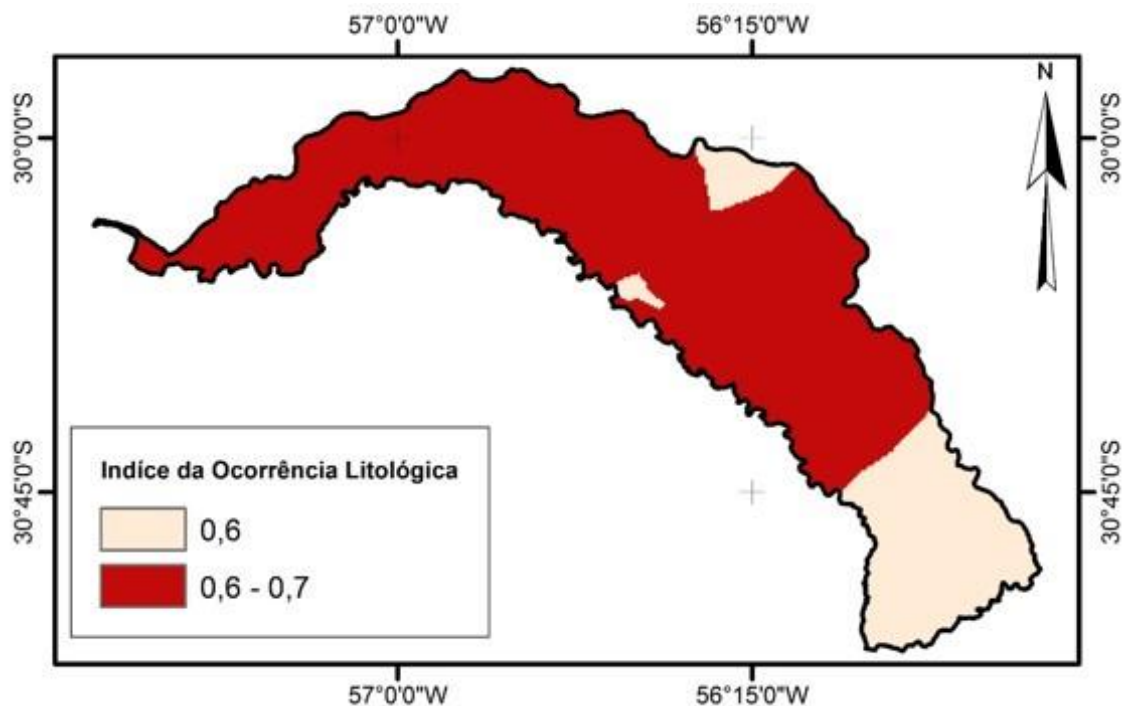


Figura 30. Representação da ocorrência litológica na bacia hidrográfica do rio Quaraí, parte brasileira. DATUM: WGS84. Fonte do mapa: Autor. Fonte de dados: SIAGAS / CPRM.

Nível estático (c) o intervalo de valores de foi de 0,6 a 0,9; sendo 12,5% dos poços com o nível estático abaixo de 50 metros de profundidade, 26,1% entre 50 e 20 metros de profundidade, 34,1% entre 20 e 5 metros de profundidade e 27,3% com nível estático a menos de 5 metros da superfície

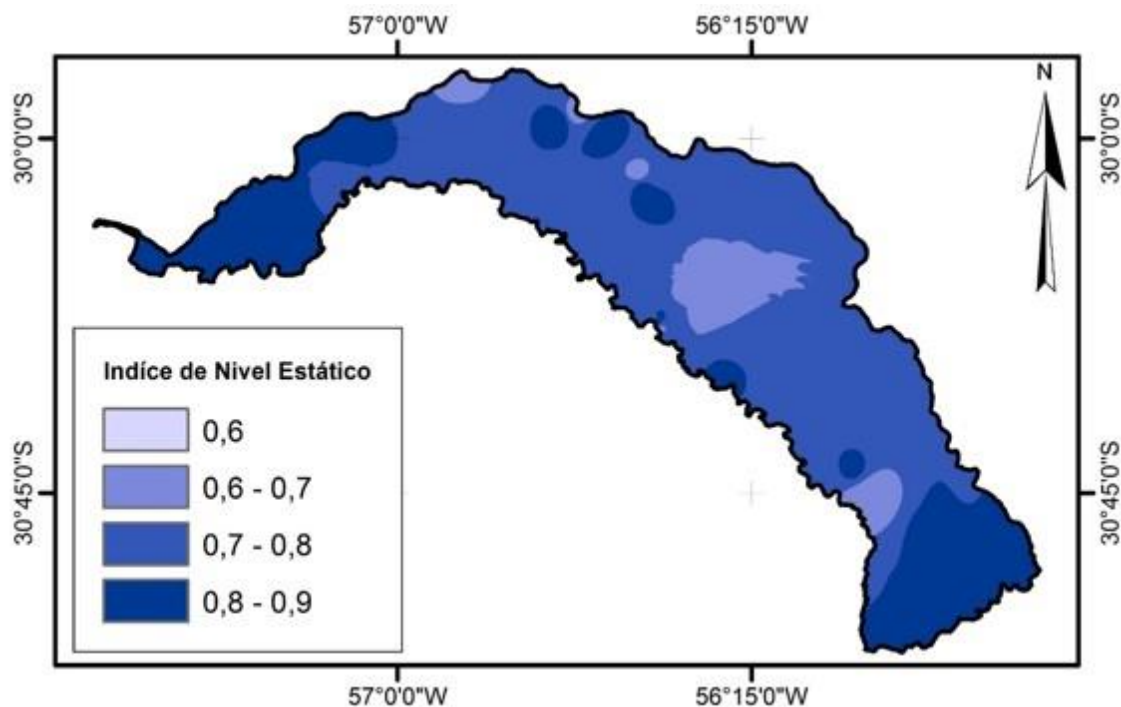


Figura 31. Representação do nível estático na bacia hidrográfica do rio Quaraí, parte brasileira. DATUM: WGS84. Fonte do mapa: Autor. Fonte de dados: SIAGAS / CPRM.

Para o nível estático (c) o intervalo de valores de foi de 0,6 a 0,9; sendo 12,5% dos poços com o nível estático abaixo de 50 metros de profundidade, 26,1% entre 50 e 20 metros de profundidade, 34,1% entre 20 e 5 metros de profundidade e 27,3% com nível estático a menos de 5 metros da superfície, resultando também em uma influência considerável na equação da vulnerabilidade natural. Desta forma, constata-se que os pontos de maior vulnerabilidade natural a contaminação são os que apresentam aquífero não confinado e nível estático raso.

Na metodologia GOD, as representações da vulnerabilidade natural, conforme o elaborado para a bacia hidrográfica do rio Quaraí (Figura 32), são consideradas conforme a classificação existente na tabela 10. A estimativa dos índices de vulnerabilidade de contaminação do aquífero, a partir do método GOD, teve como resultado uma tabela de índices de vulnerabilidade, assim como as suas respectivas classes e mapas de cada índice que compõem o método.

Tabela 10. Definição das classes de vulnerabilidade natural. Fonte: FOSTER et al.,2006.

Classes de Vulnerabilidade	Definição Correspondente	Intervalo de Índices
Extrema	Vulnerável a maioria dos contaminantes com impacto rápido em muitos cenários de contaminação.	0,7 – 1,0
Alta	Vulnerável a muitos contaminantes (exceto os que são fortemente adsorvidos ou rapidamente transformados) em muitas condições de contaminação.	0,5 – 0,7
Moderada	Vulnerável a alguns contaminantes, mas somente quando continuamente lançados ou lixiviados.	0,3 – 0,5
Baixa	Vulnerável somente a contaminantes conservadores, a longo prazo, quando contínua e amplamente lançados ou lixiviados.	0,3 – 0,1
Insignificante	Presença de camadas confinantes sem fluxo vertical significativo de água subterrânea (percolação).	0 – 0,1

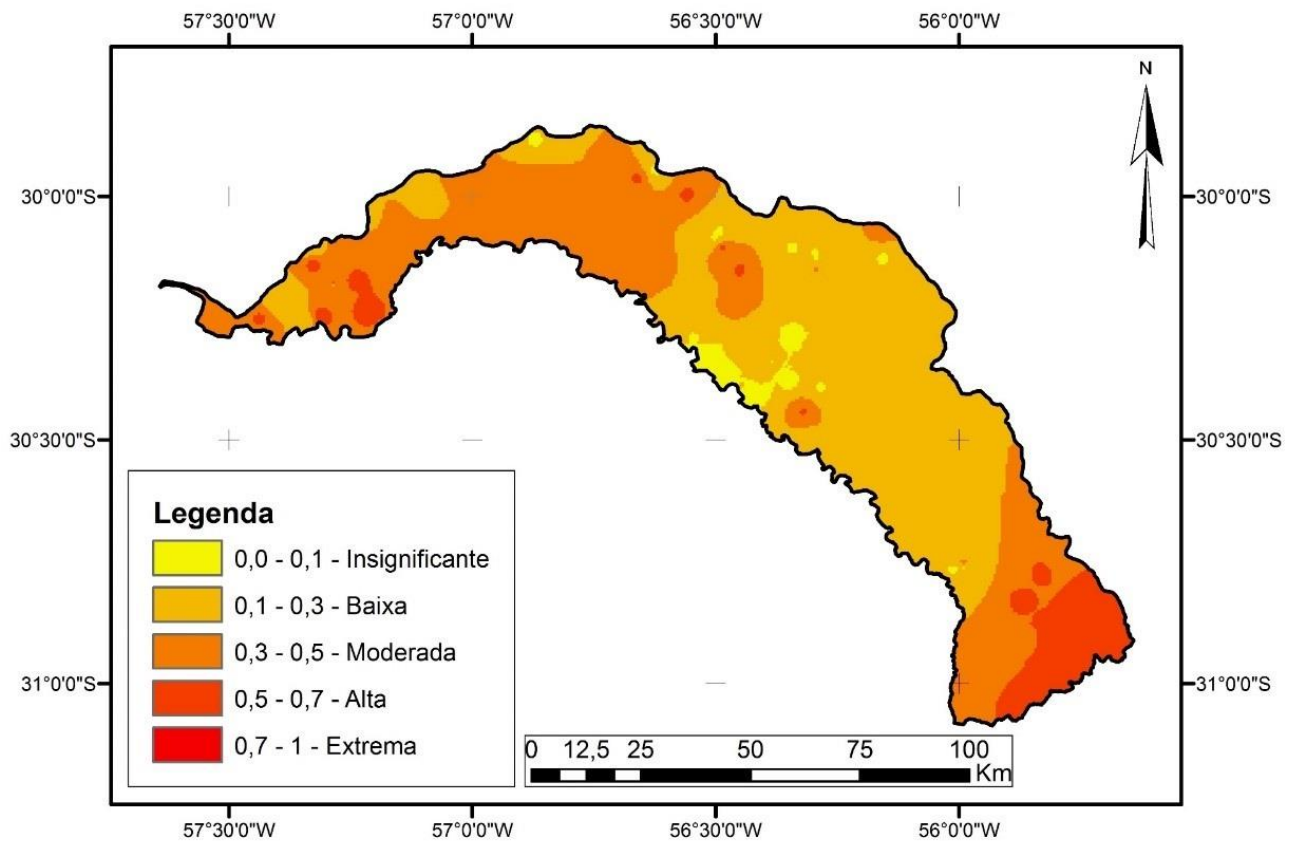


Figura 32. Representação da vulnerabilidade natural das águas subterrâneas na bacia hidrográfica do rio Quaraí, por meio da metodologia GOD. Fonte do mapa: Autor.

Quanto a localização das regiões de vulnerabilidade, na região oeste da bacia, no município de Barra do Quaraí, há predominância de vulnerabilidade natural a contaminação do aquífero alta e moderada. Tal resultados relaciona-se com a deposição litológica de materiais não consolidados e a presença de poços não confinados a um baixo nível estático. Já a porção norte da bacia, apresenta predominância de vulnerabilidade natural moderada, região essa, referente ao sul do município de Uruguaiana. O município de Quaraí tem aproximadamente 60% do seu território contido na bacia e a predominância é de baixa vulnerabilidade natural, sendo o município que apresenta a maior porcentagem de regiões com índice insignificante a vulnerabilidade natural. E por fim, a região oeste do município de Sant’Ana do Livramento, possui homogeneidade dos índices de baixa, moderada e alta respectivamente no sentido de noroeste a sudeste da porção da bacia contida no município.

## 2.7 DISPONIBILIDADE E USOS DA ÁGUA

### 2.7.1 Abastecimento

Ainda que o abastecimento com água potável tenha mais ênfase nos planos de saneamento das cidades, entende-se que a bacia hidrográfica é a unidade de gestão ambiental adequada para atribuir pesos sobre a necessidade de uso e consumo dos recursos hídricos. O sistema de abastecimento humano, no meio urbano possui condição de prioridade sobre os demais. As companhias de abastecimento de água e tratamento de esgotos operando na bacia, na parte brasileira são a CORSAN (Barra do Quaraí e Quaraí), BRK (Uruguaiana), DAE (Sant’Ana do Livramento) (Brasil) e OSE (Uruguai), com escritórios em Quaraí, Barra do Quaraí e Artigas. Nas figuras 33, 34 e 35 estão expostos os principais sistemas de abastecimento urbano de água para os municípios da Barra do Quaraí, Quaraí e Sant’Ana do Livramento. Para o município de Uruguaiana não foi exposto o esquema, pois a cidade é abastecida pelo rio Uruguai.

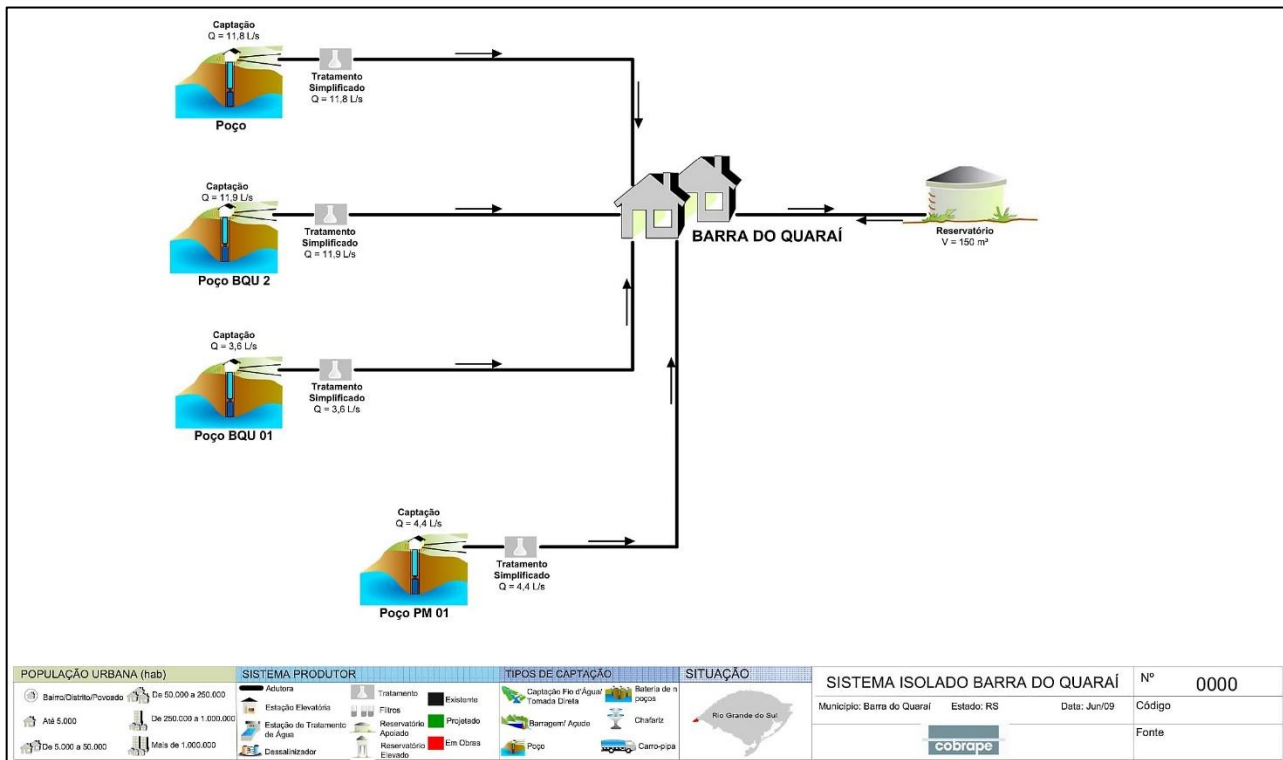


Figura 33. Sistema principal de abastecimento urbano, no município da Barra do Quaraí, por recursos hídricos subterrâneos dentro da área da bacia hidrográfica do rio Quaraí. Fonte: ANA, 2016.

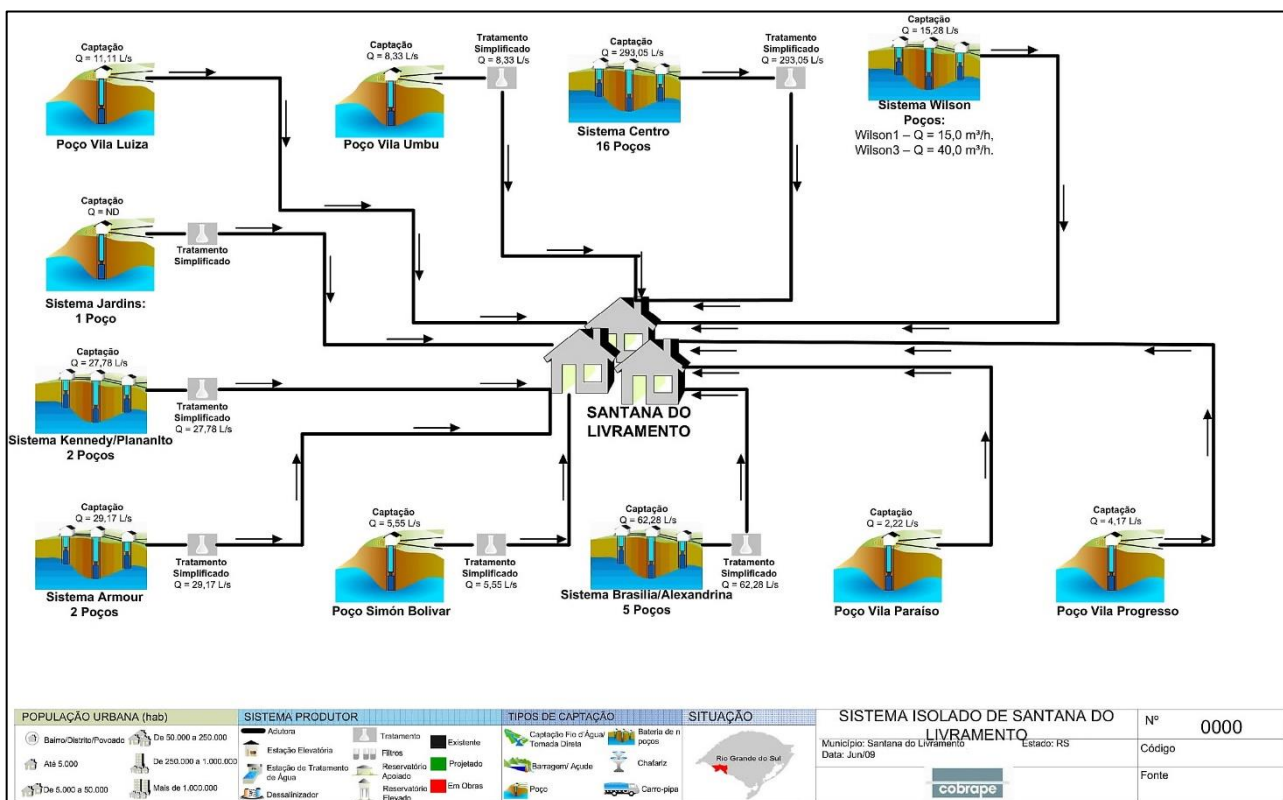


Figura 34. Sistema principal de abastecimento urbano no município do Sant'Ana do Livramento, por recursos hídricos subterrâneos dentro da área da bacia hidrográfica do rio Quaraí. Fonte: ANA, 2016.



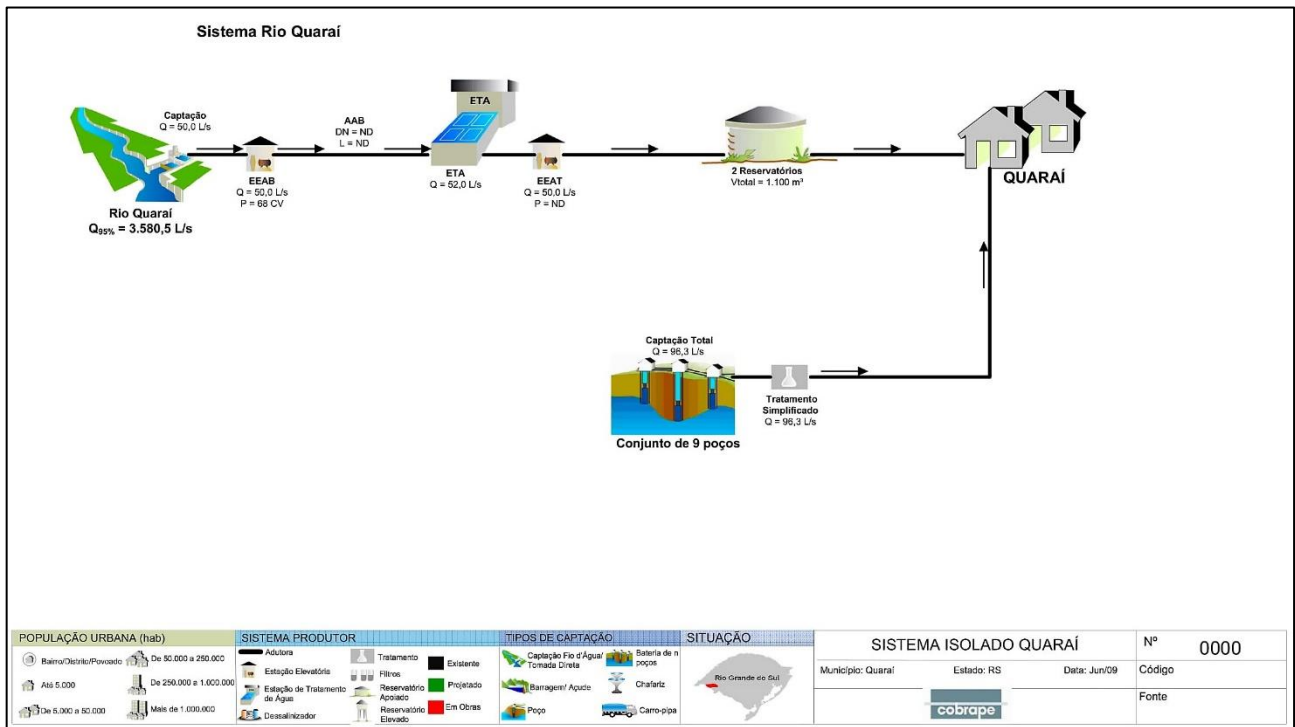


Figura 35. Sistema principal de abastecimento urbano no município de Quaraí, dentro da área da bacia hidrográfica do rio Quaraí. Fonte: ANA, 2016.

Nas regiões rurais, a disponibilidade de água para abastecimento ocorre por meio de poços tubulares. Para usos múltiplos abastecimento humano e animal, também são usados tais poços, conforme visto no item 1.6. Tais recursos são destinados para tal fim, conforme o preconizado na Lei Federal nº 9.433 de 1997, bem como a resolução Conama 357 de 2005.

### 2.7.2 Irrigação e dessedentação animal

O recurso hídrico é um fator limitante na produção agrícola e dessedentação animal, de modo que a dependência da água armazenada em açudes e outros tipos de reservatório é essencial. Como dito anteriormente, a água disponível para irrigação não é suficiente para o atendimento das demandas em 100% do tempo, em função da grande amplitude hídrica na região hidrográfica. Kayser (2014) constatou que, em média, 75% do volume total da demanda somente é suprida, considerando os valores de área irrigada perante um levantamento da disponibilidade hídrica de 1985 até 2005.

Diante da vasta necessidade de água da região, fontes alternativas como açudes e reservatórios artificiais (barragens), construídos pelos produtores, são amplamente utilizadas. Retiradas diretas dos trechos de rio também ocorrem, uma vez que na medida em que há esgotamento dos referidos reservatórios, durante o período de irrigação, é necessário que se retire água do trecho mais próximo, quando há. Isto significa também que cerca de 70% da demanda atendida é em relação às captações diretas de açudes, e o restante complementado pelas captações em trechos de rio.

De acordo com técnicos e agricultores da região, é comum a adoção de uma estratégia para lidar com a possível escassez hídrica, através de uma flexibilização da área plantada. Em anos em que o inverno é mais úmido, permitindo maior acúmulo de água nos açudes, a área plantada é maior. Em anos com invernos menos chuvosos, em que os açudes não ficam completamente cheios ao final do inverno, a área plantada é reduzida, de forma a evitar prejuízos de quebra de safra por falta de água. A tomada de decisão em relação à área a ser irrigada leva em conta o volume armazenado até o mês de outubro, resultado do acúmulo de água ao longo do período de entressafra.

As estimativas de necessidade hídrica das plantações de arroz irrigado por inundação são muito variáveis, dependendo do tipo de manejo, das perdas por retorno e das características do solo e do clima da região. Forgiarini *et al.* (2008) sugeriram valores de 8.500 a 10.500 m<sup>3</sup>/ha.ano para o cultivo de arroz no Rio Grande do Sul. Entretanto, maiores valores também são admissíveis, onde valores de até 12.000 m<sup>3</sup>/ha.safra pode ser adequado para a porção brasileira da bacia, conforme relatado por técnicos do IRGA.

Na parte uruguaia da bacia, conforme os produtores locais e o setor técnico, os valores de demanda são maiores, na faixa de 14.500 m<sup>3</sup>/ha.safra. As diferenças são decorrentes principalmente do tipo de manejo aplicado em cada país, onde no Brasil é mais comum constatar o reúso da água. Trata-se da instalação de pequenas reserções nos pontos a jusante das propriedades, com a função de captar o escoamento das lavouras, adotando um sistema de bombeamento para encaminhá-la novamente à irrigação. Ressalta-se que esta prática de reúso, embora maior do lado brasileiro que no lado uruguaio, ainda é irrisória, tanto pela ampla necessidade de manejo do relevo, quanto pelo custo envolvido frente ao retorno financeiro.

Pesquisando metodologia de balanço hídrico em rios e reservatórios de pequeno porte, Kayser (2014) confeccionou um mapa com a disponibilidade hídrica, resultante do processo de simulação hidrológica para o cenário de vazão com 90% de permanência (Figura 36). O referido pesquisador também especializou estimativas de demanda pontuais e por sub bacias. Constatou-se, pelos limites científicos do estudo, que a grande maioria dos açudes possuem vazões de montante muito baixas. Entre 50% e 80% da água utilizada na irrigação do arroz é do rio Quaraí. Não obstante, a maior parte da água disponível a longo prazo é observada somente nos eventos máximos, isto é, extremos. O estudo permitiu afirmar cientificamente que o cultivo de arroz irrigado tem como principal tempo limitante de disponibilidade hídrica entre novembro e fevereiro. Isso destaca a importância dos reservatórios existentes na complementação do volume de água. Também se justifica a necessidade de reserva para atender a demanda produtiva, que, sem esta forma de armazenamento, a região não teria condições de produzir, investir e empregar como faz atualmente.

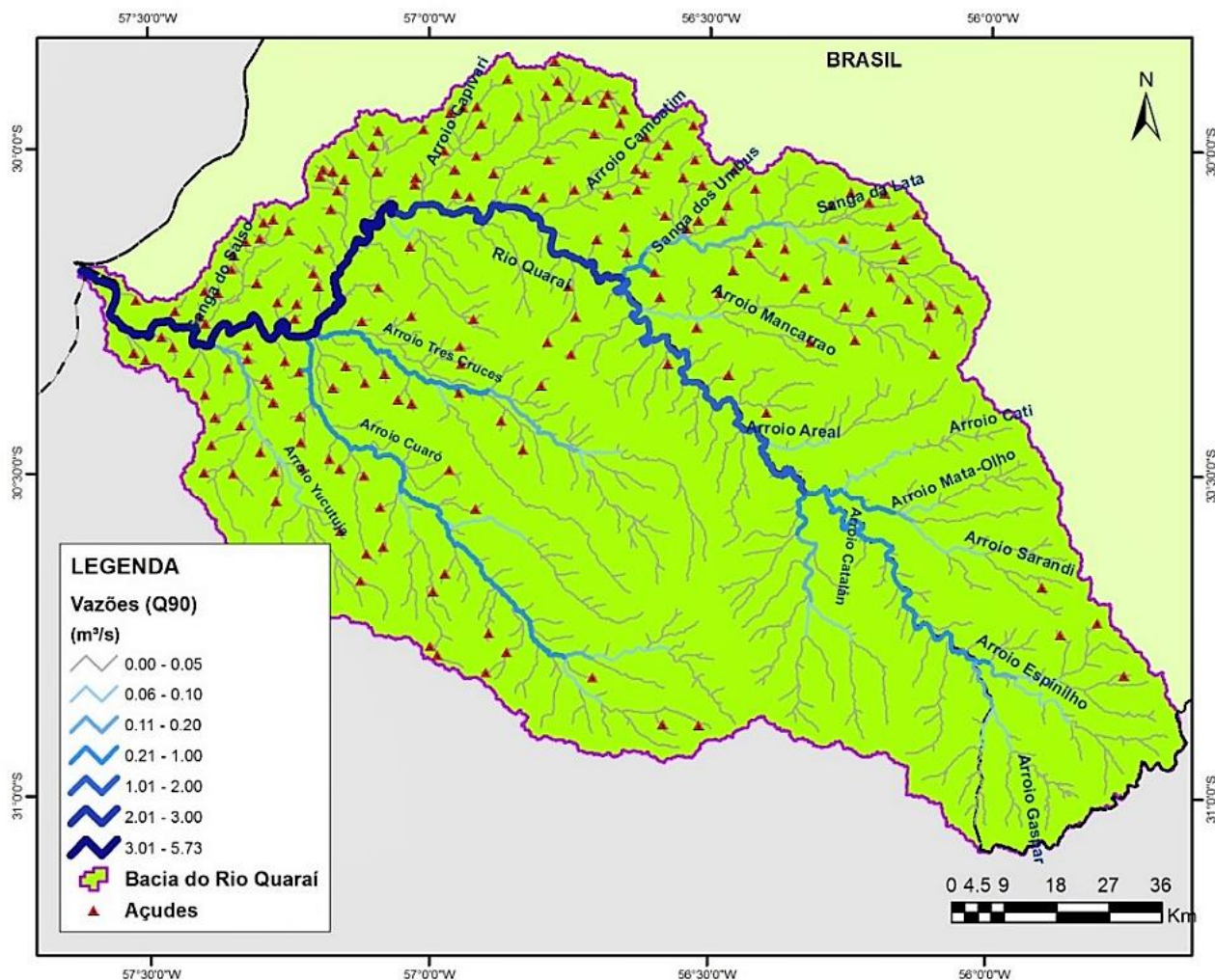


Figura 36. Disponibilidade hídrica na bacia do rio Quaraí: cenário natural e permanência referente à Q90. Fonte: KAYSER, 2014.

A dinâmica de água disponível na bacia, das nascentes até as proximidades de seu exutório, varia no tempo e espaço principalmente, pela conectividade do ciclo hidrológico entre as bacias hidrográficas. Sobre a região da bacia de estudo, complementa-se as entradas de água via eventos de precipitação pluvial, que provocam escoamento superficial e subsuperficial, em que parte destes sustentam o leito do rio principal. Na figura 36, as disponibilidades hídricas naturais da bacia hidrográfica do rio Quaraí foram estimadas, baseando-se na vazão de referência Q90, que seria a disponibilidade hídrica ideal para total manutenção das atividades de irrigação e dessedentação animal. Contudo, como exposto na figura 36, observa-se que diversos trechos do rio apenas conseguem prover 90% do tempo vazões pequenas, insuficientes para as atividades rurais desempenhadas. Comparando com as estimativas por demanda de água, expostas na figura 37, verifica-se que a discrepância por sub-bacia entre o cenário natural e o requerido é maior que duas vezes.

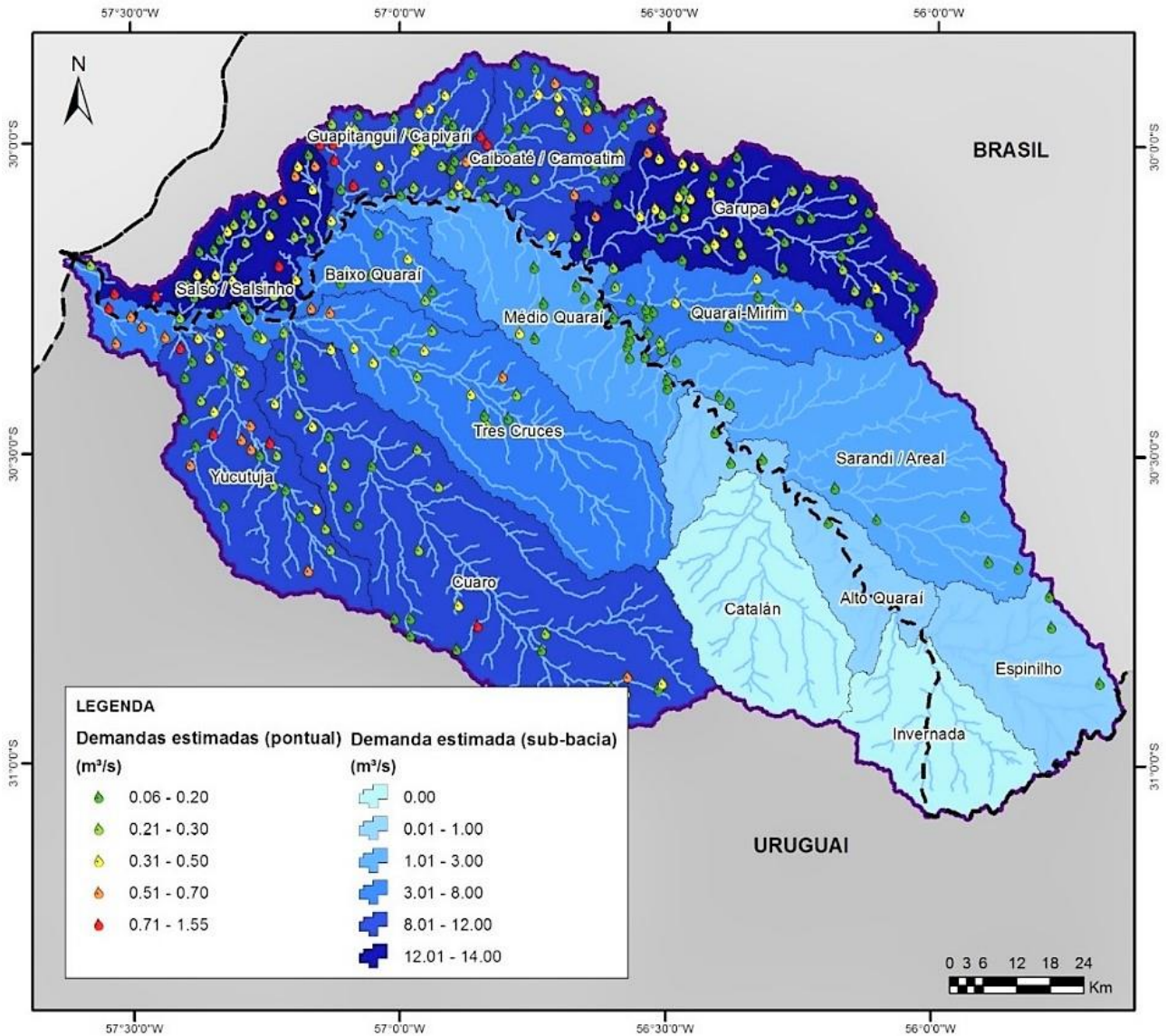


Figura 37. Estimativa da demanda de água para irrigação e dessedentação animal na bacia hidrográfica do Quaraí, segregada por sub-bacias. O critério para associar demandas aos corpos d'água foi a proximidade automática em ambiente SIG, passando para revisão manual. Fonte: KAYSER, 2014.

Politicamente, no Plano Estadual de Recursos Hídricos já reconhece a bacia do rio Quaraí como estando numa situação crítica em relação ao balanço de água disponível. Em especial, esta bacia confronta-se com os valores de demanda no verão e a disponibilidade mínima no mesmo período, onde o comprometimento chega a 585% da disponibilidade (RIO GRANDE DO SUL, 2007). Para atender a todos os usuários de irrigação de forma isonômica, foi estabelecido meio político-legislativo o Marco Regulatório do Uso da Água do rio Quaraí, formalizado através da Resolução ANA n° 607, de 9 de novembro de 2010. Esta resolução outorgou o direito de uso de água a 39 irrigantes, prevendo a possibilidade de redução do tempo de captação diário, de acordo com o nível d'água do rio, medido em uma estação de monitoramento de referência. Ainda que a décadas antes já se percebia tal necessidade, trata-se de um início sobre a sensibilização quanto ao manejo alternativo da água na bacia, em função de suas propriedades fisiográficas, geológicas, geomorfológicas e pedológicas.

### 2.7.3 Outros Usos Minoritários

As fontes de substâncias com potencial prevalência até a deterioração do estado natural da bacia são difusas, existindo muito poucas informações para qualquer interpretação preditiva. Os outros usos da água não possuem informações registradas nos estudos. Sabe-se da utilização do rio como balneário junto à cidade de Artigas, apesar da baixa qualidade da água. Não há registros de esportes náuticos. A navegação é restrita a pequenas embarcações, não existindo estrutura portuária. Quanto à pesca, há uma colônia de pescadores em Barra do Quaraí, mas não há informações sobre a quantidade de pesca na bacia. Tampouco há informações sobre a alteração da pesca a partir da criação da zona de remanso pela Usina Hidroelétrica de Salto Grande, entre o Uruguai e a Argentina.

## 2.7.4 Conflitos

Existiam conflitos observados pela disponibilidade e uso da água são entre os irrigantes e entre a irrigação e o abastecimento humano, mas foram resolvidos a partir da água subterrânea dentro dos padrões de potabilidade. A partir de uma atuação mais focada da Agência Nacional de Águas, não tem sido observado conflitos pelo uso de água nos afluentes estaduais. Não há um conflito estabelecido entre irrigantes e lazer junto às cidades de Quaraí e Artigas. Há reclamações de pescadores quanto a possíveis impactos das lavouras e das bombas hidráulicas sobre a quantidade de peixes na bacia. Contudo, não existem estudos e informações científicas que comprovem tal associação, tampouco instrumentalização em campo ao longo da bacia para obtenção de tais dados. Não se pode afirmar, portanto, que efluentes ou substâncias da agricultura estejam comprometendo a quantidade de peixes no rio principal. Outrossim, já se sabe, conforme estudos explanados em subitem deste capítulo, bem como políticas vigentes, que a irrigação para produção rural na bacia, somente por barragens ou outros tipos de reservatórios artificiais, é insuficiente. Outro aspecto paralelo a este, é a não exploração de alternativas plenamente reconhecidas do mercado de piscicultura, como a criação de peixes em reservatórios. Em tais situações, que seriam submetidas a regulamentação ambiental, a criação estaria amparada no que tange a disponibilidade e uso de água, como também sua qualidade para os peixes. Dessa forma, haveria equalização entre as condições de disponibilidade, uso, qualidade da água, como também o rigor legislativo quanto a conservação dos recursos naturais, tanto para a agricultura quanto para piscicultura.

## 2.8 QUALIDADE DA ÁGUA

As demandas crescentes por qualidade e disponibilidade de água pela população, em geral desprovida de senso de conservação ambiental, bem como seu uso irracional, comprometendo a natureza depurativa dos corpos hídricos. Esse processo tende comprometer o ambiente natural e a saúde humana, com a degradação de ecossistemas e surtos de patologias, respectivamente (von SPERLING, 2007). Dessa forma, torna-se cada vez mais necessário atentar para este tipo de poluição, visando o saneamento ambiental e qualidade de vida. Por ser um excelente solvente, a água, mesmo sem impurezas, é uma mistura de aproximadamente 33 substâncias, e com isso, torna-se improvável encontrá-la em um estado de absoluta pureza (LIBÂNIO, 2005). Conforme Richter (2002) são inúmeras as substâncias que se apresentam nas águas naturais, várias delas inócuas, poucas desejáveis e algumas extremamente perigosas.

### 2.8.1 Conceitos dos principais parâmetros de qualidade da água.

Considerado o mais importante fator no controle de qualidade da água, o oxigênio dissolvido em água (OD) indica o nível de arejamento hídrico (Macêdo, 2003). O recurso hídrico introduz OD a partir do processo de fotossíntese, do contato da superfície da água com a atmosfera e também através da ação de aeradores. Segundo Richter (2002), o conteúdo de oxigênio nas águas superficiais varia de acordo com a quantidade e tipo de matéria orgânica instável que a água possui, caracterizando assim determinada demanda bioquímica de oxigênio (DBO) microbiana. Águas de superfícies em ambientes lóticos concentram grandes quantidades de OD, que podem ser rapidamente consumidos pela respiração de microrganismos aeróbios para decompor a matéria orgânica de esgotos dispostos. Ressalta-se que grande parte do fósforo e nitrato, indispensáveis para o crescimento de algas e outros organismos, pode estar associada às descargas de efluentes domésticos nos corpos hídricos, conforme o observado por Richter et al., (2008).

A temperatura da água exerce forte influência sobre diversas propriedades, tais como aceleração de reações químicas, redução de solubilidade dos gases, acentuação e sensação de sabor e odor (von SPERLING, 2007). O pH mede a concentração do íon hidrogênico, variando numa escala de 0 à 14, que demonstram as concentrações dos íons de hidrogênio (H<sup>+</sup>) e hidroxila (OH<sup>-</sup>). Normalmente, mananciais com o pH baixo tendem a ser agressivos e até corrosivos, ao passo que águas de pH elevado tendem a formar incrustações.

Os sulfatos são compostos químicos inorgânicos não metálicos, contendo em seu centro uma molécula de enxofre. Este composto expressa a intensidade da decomposição anaeróbia, que, por ser fermentativa e, portanto, incompletas, geram compostos como o gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S). Em contato com o ar atmosférico torna-se ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), composto mais denso que o ar e que se mistura eficazmente com a água, tornando-a ácida também. É dessa combinação em larga escala numa determinada região que se constitui a chuva ácida.

Os coliformes totais são um grande grupo de bactérias, podendo conter, por exemplo, comunidades bacterianas como a *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*. Algumas destas não são nocivas, e, existe um subgrupo dos coliformes totais que são indicadores bacterianos, que são os coliformes termotolerantes. A *Escherichia coli*, a principal bactéria do grupo de coliformes termotolerantes, tem uma importância considerável. Isso porque, esta bactéria habita o trato intestinal de animais de sangue quente, como o ser humano, sendo excretadas e, portanto, encontradas em fezes. Dito isto, é importante salientar que a existência de coliformes termotolerantes em local cuja amostra foi coletada, é o indicativo de que há contaminação fecal, não sendo a mesma necessariamente humana. Para conceber a ocorrência ou não de contaminação humana em corpos hídricos, torna-se necessário determinar em amostras de água a existência específica da bactéria *Escherichia Coli*.



A DBO representa o balanço de consumo de oxigênio, durante um período pré-determinado, por microrganismos aeróbios, para metabolizar a matéria orgânica, propriedade nutricional existente na água. A matéria orgânica normalmente encontra-se em grandes moléculas instáveis, que, em seu amplo diâmetro, não permitem biodegradação direta pelos microrganismos. Portanto, demandar oxigênio para o metabolismo microbiano significa estabilizar e fracionar a carga orgânica existente no corpo hídrico, simplificando-a. Nos casos em que os níveis de certos nutrientes estão elevados na matéria orgânica, como o caso do fósforo, por exemplo, o grau de trofia do corpo hídrico pode aumentar, dependendo muito de sua dinâmica. Nesse caso, o entendimento da DBO pode tender para a classificação de ambientes de monitoramento como estando eutrofizados, como também pode caracterizar devida decomposição aeróbica da matéria orgânica, gerando sólidos estáveis, contendo no produto final gás carbônico que retornará novamente para a atmosfera.

A condutividade elétrica está relacionada a quantidade de íons dissolvidos na água. Quando existem átomos com excesso ou falta de elétrons, os íons no caso, ocorre uma busca inerente destes pelo equilíbrio elétrico, o que movimenta eletricidade ao longo do corpo hídrico. Todas as partículas detêm íons, e, dessa forma, quanto maior condutividade elétrica no meio, maior é a quantidade de elementos existentes, indicando, no caso da água, mais substâncias dissolvidas.

A demanda química de oxigênio (DQO) também é útil para mensurar o balanço de oxigênio da água. Entretanto, diferente da DBO, este parâmetro deduz a oxidação da matéria orgânica por meio de compostos químicos artificiais. É um parâmetro útil, pois, para averiguação da existência de efluentes industriais no meio hídrico. Os sólidos totais dissolvidos (STD) podem estar diretamente relacionados com a turbidez. Estes podem ser responsáveis pela baixa incidência de radiação solar nos mananciais, o que pode comprometer a aeração da água.

### **2.8.2 Considerações sobre dados históricos de qualidade da água na bacia**

Destaca-se também que, diferente do que tem sido ocasionalmente comentado em debates, nas décadas anteriores, os dados determinados de substâncias como nitrogênio, fósforo e DBO estavam dentro do preconizado pela resolução CONAMA 357 de 2005. Como esta não existia nesta época, pouco se tinha comparações com base legislatória brasileira. Isso criou um ambiente equivocado de conclusões quanto a qualidade da água do rio Quaraí.

Justamente pelo exposto, considerou-se a exposição de dados de qualidade da água levantados, mesmo com fragmentações temporais. Este foram extraídos da base de dados existentes no sítio da ANA, das estações 77500000 e 77590000, localizadas em Quaraí e Barra do Quaraí, respectivamente, à época. Este monitoramento histórico possui muitas lacunas na mensuração de alguns parâmetros, especialmente os que se fazem necessária a condução de amostras para laboratório. Outras se fazia necessária o uso de equipamentos não muito comuns. Não obstante, sabe-se que manter campanhas de monitoramento de qualidade da água por longo período de tempo são custosas, não somente em termos de confecção das análises, mas também pela existência de laboratórios e próximos e com infraestrutura, mas também pelo corpo técnico requerido.

Contudo, o mais importante dos gráficos expostos em diante, é que estes expressam fragmentos da memória histórica de qualidade da água no rio Quaraí. As observações desses dados tornam dúbias e desconstroem algumas argumentações de que lavouras ou pecuária, por meio do escoamento superficial, seriam os empreendimentos geradores do passivo ambiental pelos componentes nitrogenados, fosforados e subprodutos em geral. Não se pode inferir sobre fontes de contaminantes que alterem os parâmetros de qualidade água em escala de bacia hidrográfica, sem que tal esteja devidamente sustentado em consistente monitoramento quali-quantitativo, validado cientificamente. Ademais, é contraditório ponderar qualquer assertiva quanto a contaminações no curso hídrico principal, em especial a moléculas que geram a eutrofização. Principalmente, pelas constatações de oxigênio dissolvido em altas concentrações, parâmetro drasticamente atenuante dos níveis tróficos em rios (Figura 38). Ainda, para estabelecer constatações atuais, realizou-se enquadramento dos corpos hídricos conforme alguns importantes parâmetros físicos, químicos e microbiológicos (ver item 9).

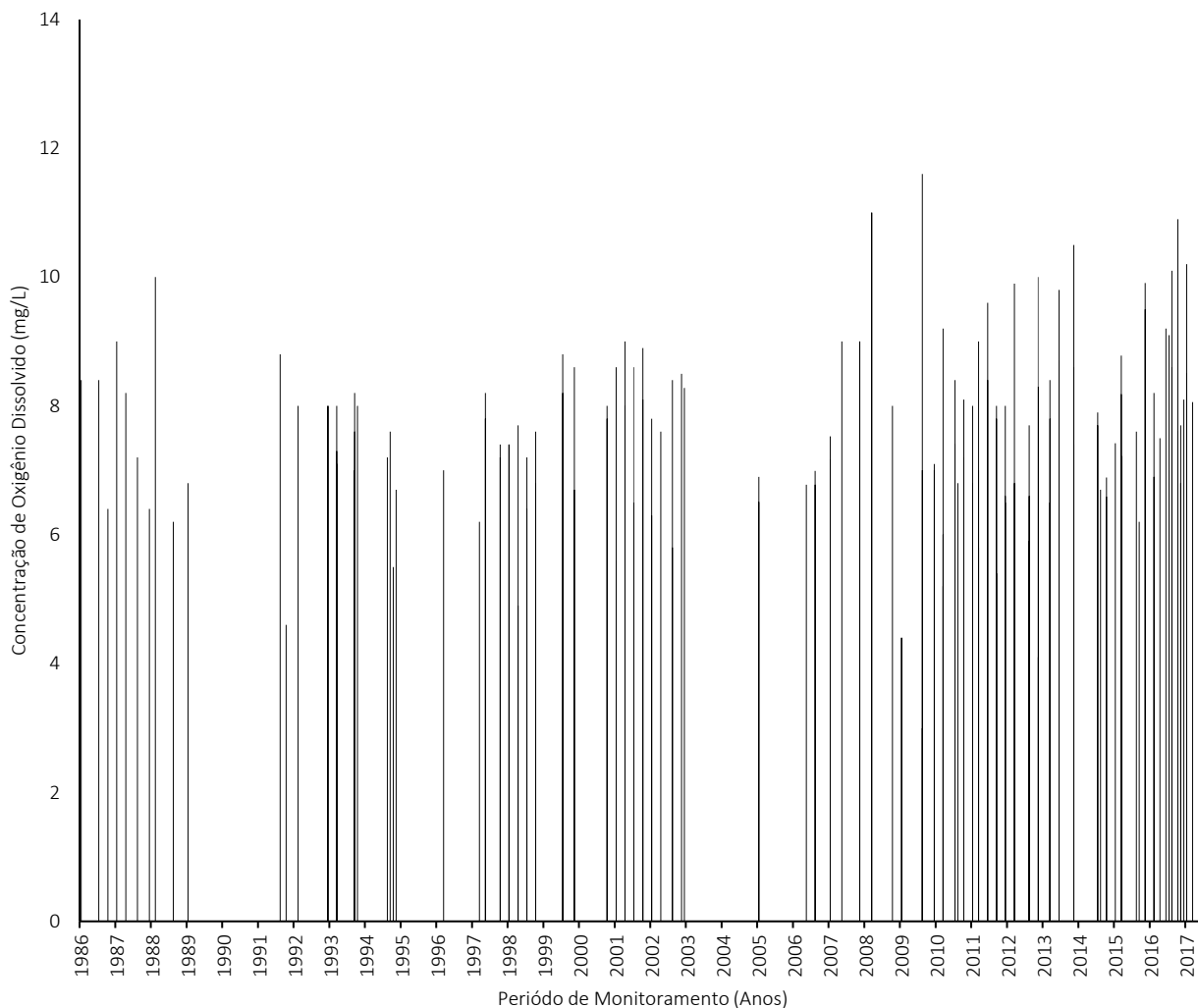


Figura 38. Concentração de Oxigênio Dissolvido (OD) no rio principal da bacia hidrográfica do rio Quaraí.

Desde já, destacam-se algumas considerações sobre tais dados. A primeira colocação é a consistente série de dados de oxigênio dissolvido (OD), que é o principal parâmetro de qualidade água. O rio Quaraí possui média histórica de OD em 7,56 mg/L, com desvio padrão de  $\pm 1,4$  mg/L. Trata-se de uma concentração alta, favorável ao estado estável de qualidade da água. A elevada concentração de OD é facilmente explicada pela alta hidrodinâmica existente no rio principal, promovendo a autodepuração e reaeração rapidamente frente a qualquer lançamento pontual ou difuso. O oxigênio dissolvido é abruptamente reduzido com lançamentos de cargas poluentes pontuais e lentamente reduzido com contaminações difusas. Em ambientes lênticos, o OD tende a elevar-se com mais dificuldade, ao passo que em ambientes lóticos, a hidrodinâmica promove a reaeração do corpo hídrico, característico do rio Quaraí. Comparativamente, o OD, além do conceituado no item anterior, necessita estar em quantidade suficiente para a sobrevivência de peixes mais resistentes, que é, no mínimo, de 2 mg/L.

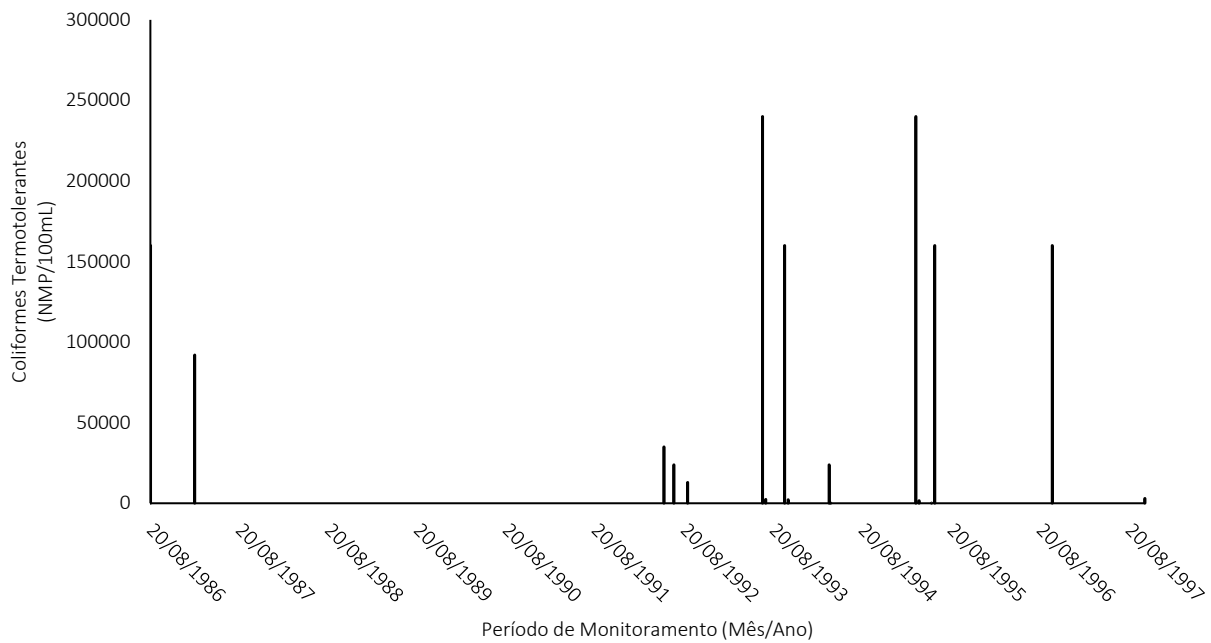


Figura 39. Número Mais Provável (NMP) de coliformes termotolerantes no rio principal da bacia hidrográfica do rio Quaraí.

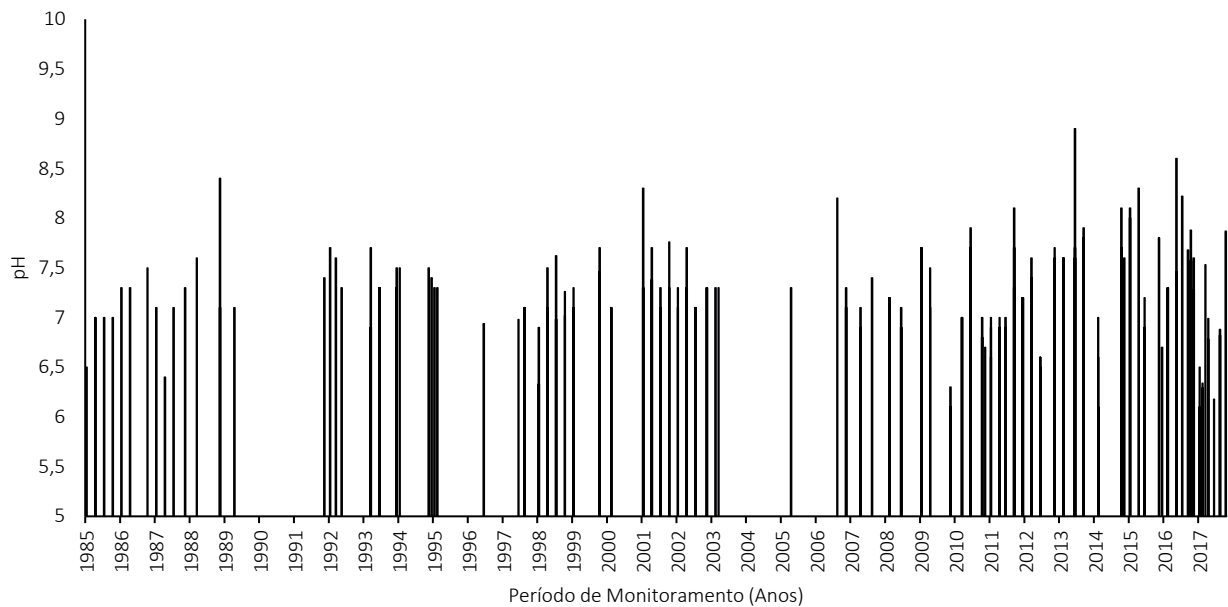


Figura 40. Potencial Hidrogeniônico (pH) no rio principal da bacia hidrográfica do rio Quaraí.

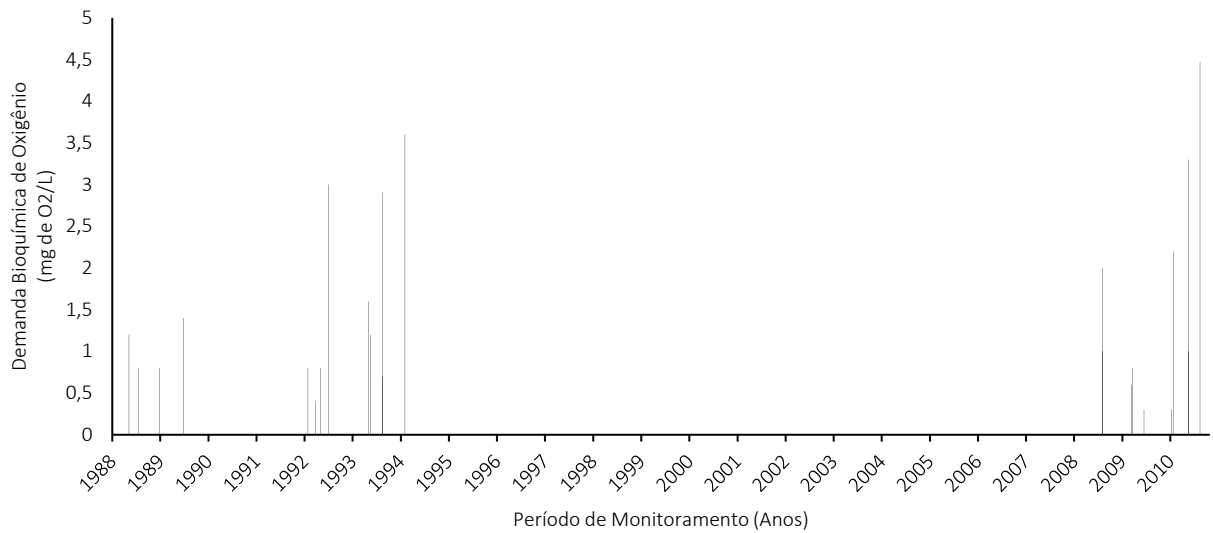


Figura 41. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) no rio principal da bacia hidrográfica do rio Quarai.

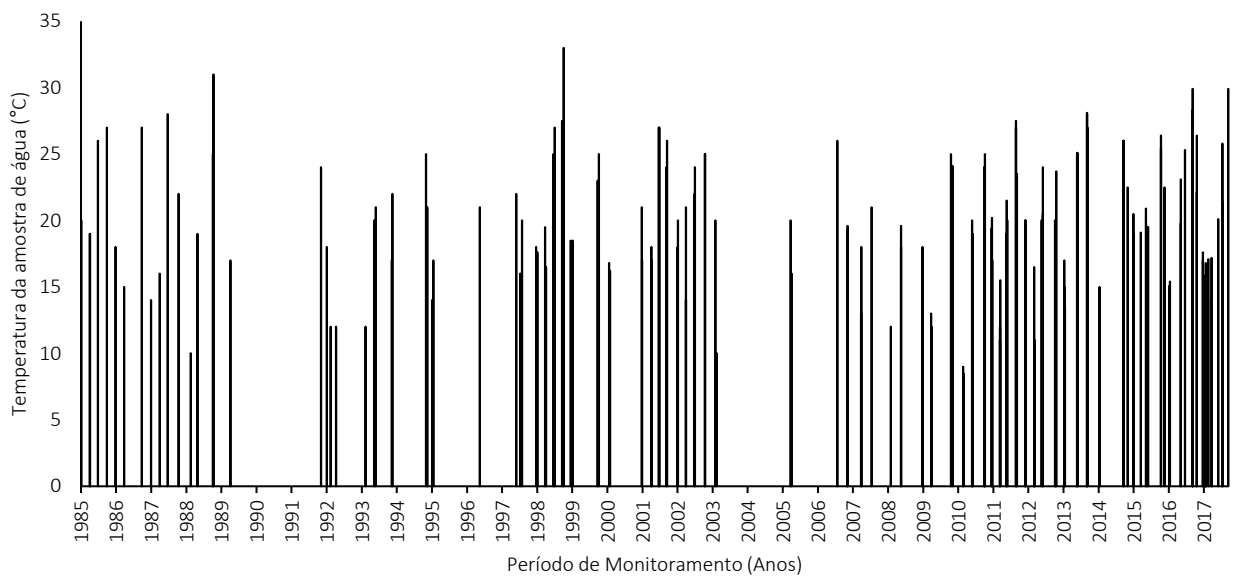


Figura 42. Temperatura da água no rio principal da bacia hidrográfica do rio Quarai.

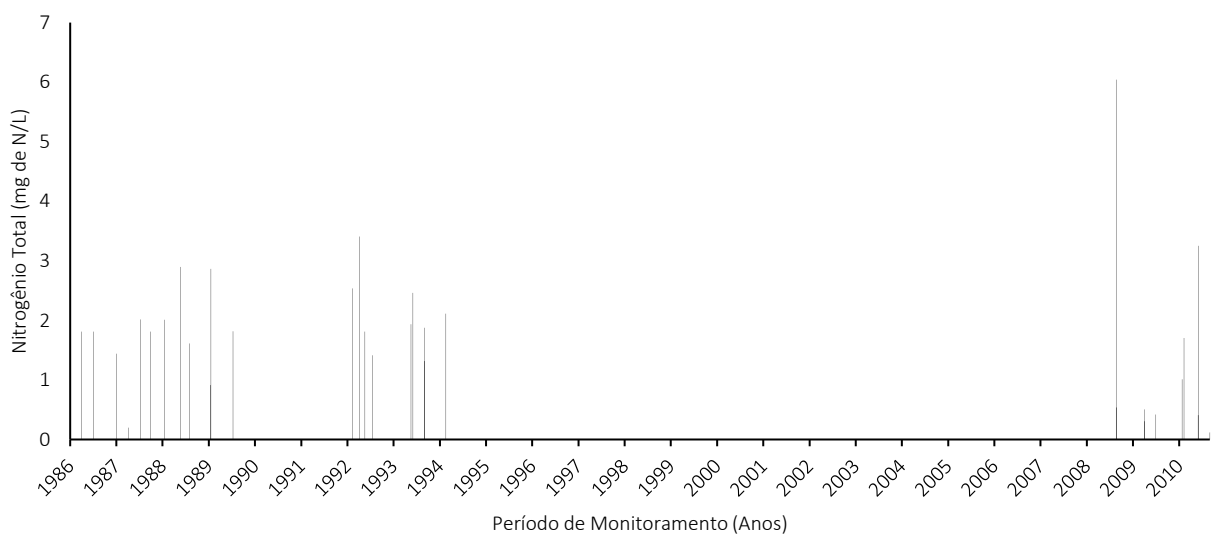


Figura 43. Nitrogênio total (N) no rio principal da bacia hidrográfica do rio Quarai.



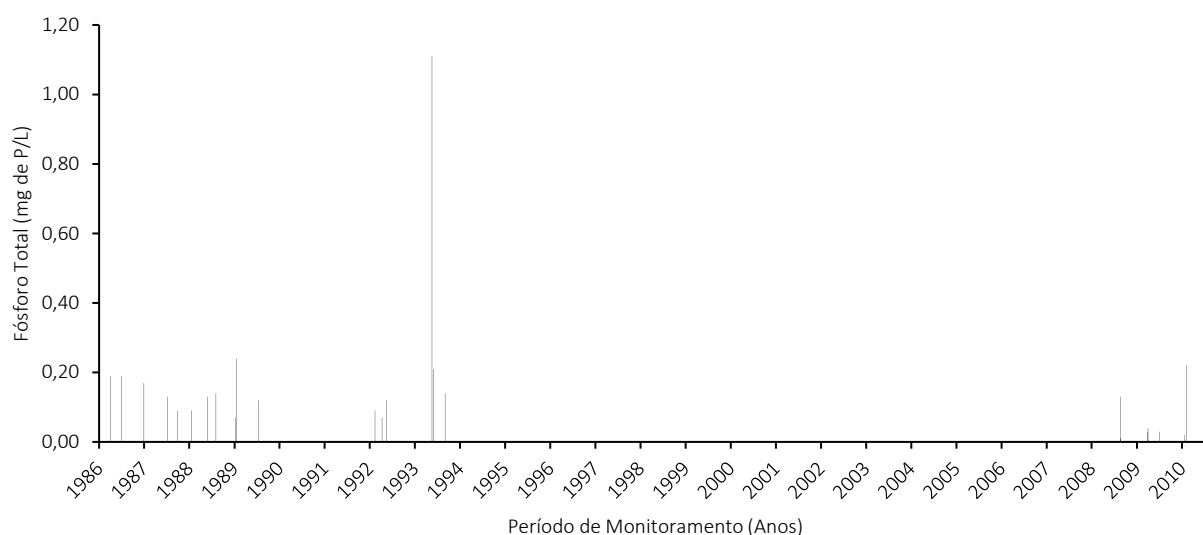


Figura 44. Fósforo total (P) no rio principal da bacia hidrográfica do rio Quarai.

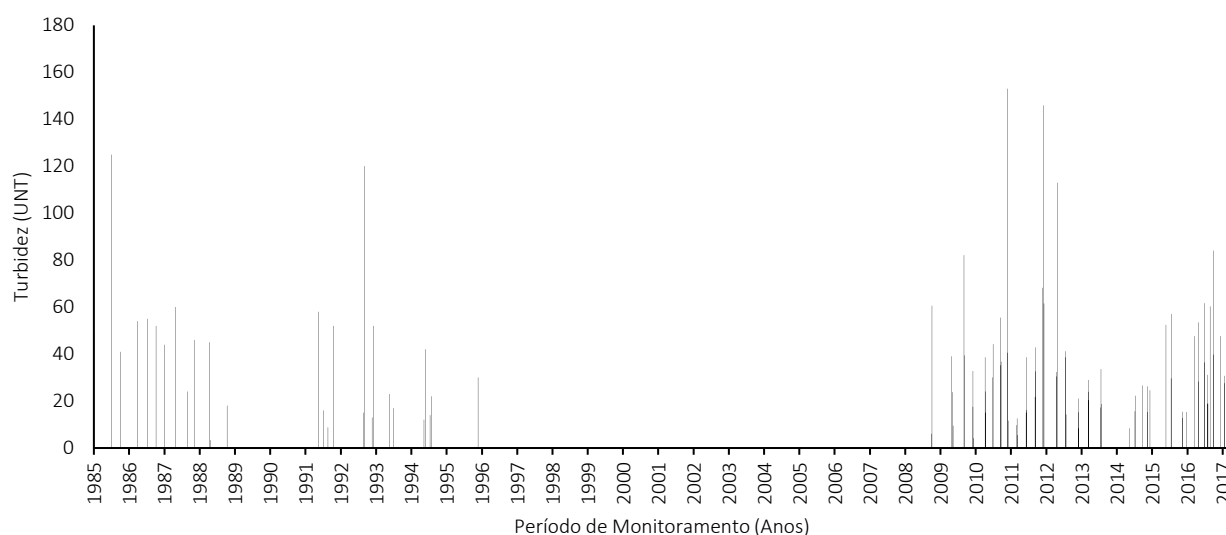


Figura 45. Turbidez no rio principal da bacia hidrográfica do rio Quarai.

## 2.9 EFLUENTES

Conforme mencionado anteriormente no item 2.7.1, as informações, estimativas e dados sobre efluentes gerados nos municípios da bacia podem ser facilmente visualizados nos Planos Municipais de Saneamento Básico. Nesse sentido, resumidamente, dar-se-á atenção neste subcapítulo para elementos dos efluentes cuja importância afeta diretamente os usos múltiplos da água, anteriormente abordados.

Enquanto corpo hídrico utilizado para o lançamento de efluentes, o rio Quarai recebe esgotos das cidades de Quarai e Artigas e um mínimo de águas residuais industriais. As cidades de Artigas, Bella Unión, Bernabé Rivera e Tomás Gomensoro têm água tratada e rede de esgoto e coleta de resíduos sólidos. Os demais núcleos urbanos uruguaios apresentados têm apenas água tratada. Os resultados deste lançamento de esgotos não tratados ou parcialmente tratados é a baixa qualidade da água nos pontos de amostragem. Somente a quantidade de herbicidas, inseticida e fungicida utilizados no lado uruaio por ano foram estimadas durante o projeto TwinLatin (Tabela 11).

Tabela 11. Quantidade estimada de agrotóxicos utilizada na bacia do rio Quarai, fração uruaia.

Classe	Princípio ativo	Quantidade
Herbicidas	Propanil	43.000 litros /ano
	Glifosato	39.000 litros /ano
	Quinclorac	14.400 litros /ano
	Clomazone	7.500 litros /ano

	Clefoxydym	3.800 litros /ano
	Metsulfuron metal	225 kg/ano
Inseticida	Inseticida piretróide	15.000 litros /ano
	Para o gado	53.921 litros /ano
Fungicida	Fungicidas (carbendazim plus epoxiconazole)	3.600 litros /ano

Os principais problemas detectados no sistema de esgotamento sanitário, em relação a bacia hidrográfica com unidade de gestão ambiental, são relacionados a seguir, não necessariamente na ordem de sua importância: Baixo atendimento de rede coletora de esgotos sanitários (cerca de 50%); Precário tratamento secundário dos esgotos coletados; Rede de coleta de esgoto escassa em municípios da bacia, assim como grande quantidade de cidades brasileiras; estações de tratamento de efluentes das cidades são muito antigas e atualmente localizam-se em área urbanizada, sem possibilidade de expansão. Soma-se também a ausência de estações elevatórias existentes operando. Isso compromete o rio Quaraí em termos de enquadramento dos corpos hídricos, pois:

- A eficiência deste processo não é compatível com a classe do corpo receptor.
- Tende-se a manter padrões altos de qualidade da água, exigidos de alguns grupos de usuário.
- É grande a falta de homogeneidade entre as cidades acerca do tratamento e lançamento de efluente, lodo ativado, como também de eficiência.

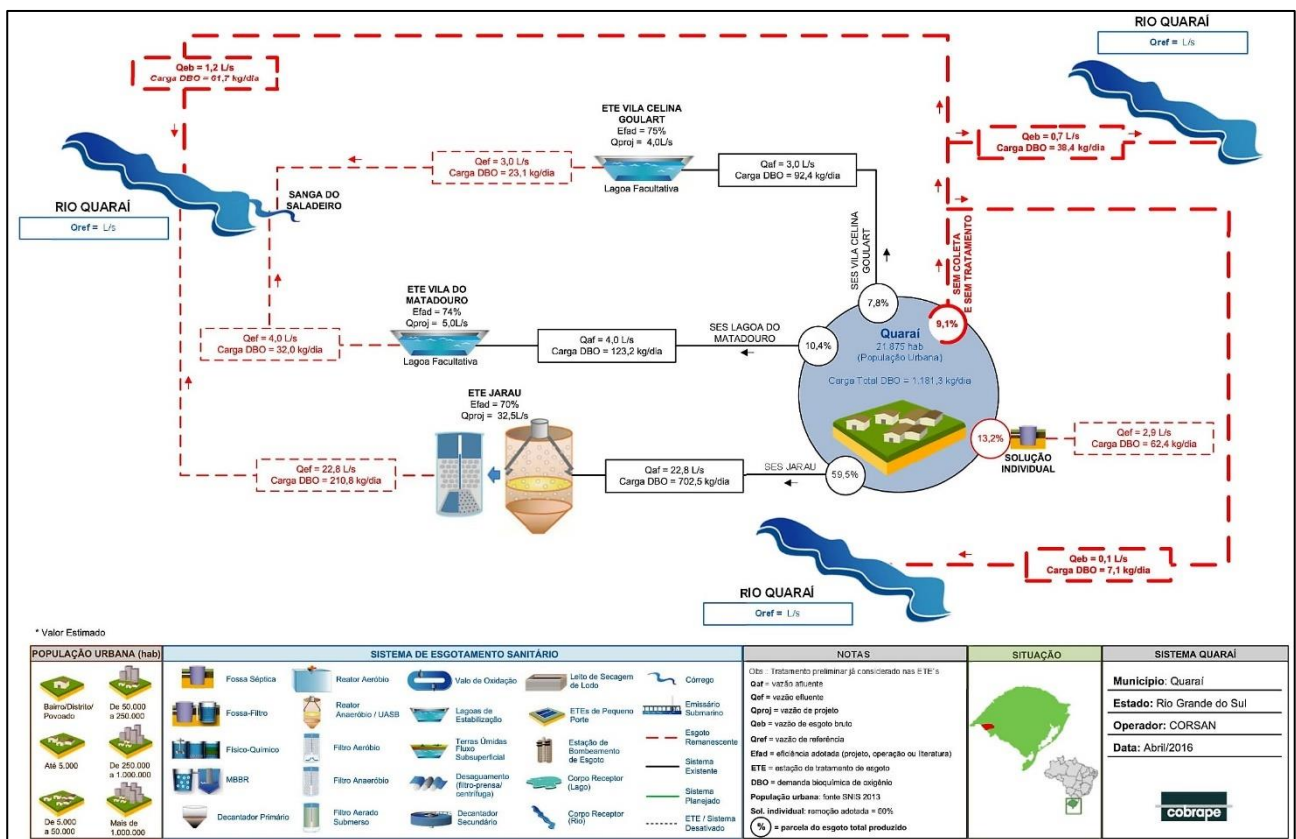


Figura 46. Sistema principal de tratamento de efluentes atual, no município de Quaraí. Fonte: ANA, 2017.

Tabela 12. Informações sobre as estações de tratamento existentes em Quaraí. Fonte: ANA, 2017.

Nome	Processo	Eficiência (%)	População atendida (habitantes)	Vazão afluente (L/s)	Carga afluente (Kg DBO/dia)	Carga lançada (Kg DBO/dia)	Vazão de referencia (L/s)	Classe de enquadramento adotada
ETE Jarau	Reator Anaeróbio + Filtro Biológico	70%	13.009	22,8	702,5	210,7	15.580,7	2
ETE Vila Celina Goulart	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa	75%	1.712	3,0	92,4	23,1	15.580,7	2
ETE Vila do Matadouro	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa	74%	2.282	4,0	123,2	32,0	15.580,7	2

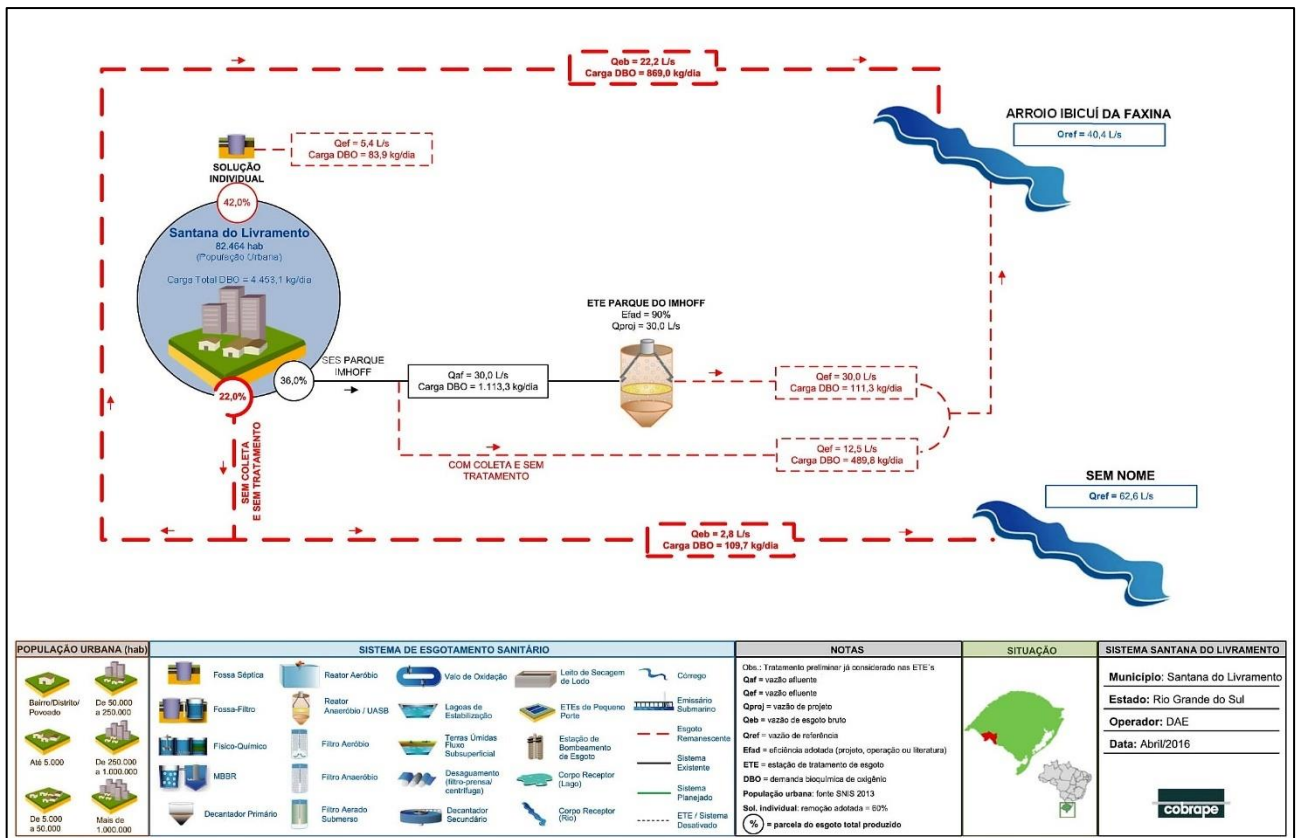


Figura 47. Sistema principal de tratamento de efluentes atual, no município de Sant'Ana do Livramento. Fonte: ANA, 2017.

No município da Barra do Quaraí, dos 1.212 domicílios, em 2010, apenas 249 possuíam fossa séptica, sendo que o restante dos domicílios encaminhava seus esgotos diretamente para o pluvial, rios e outros escoadouros. Barra do Quaraí dispõe de aproximadamente 8 km de ruas implantadas e possui rede de esgoto pluvial em cerca de 95%, entretanto parte dessa rede está contaminada por esgoto cloacal que saem dos extravasores das fossas sépticas domésticas que deságuam nessa rede pluvial. A drenagem natural é constituída por alguns córregos e arroios que deságuam no rio Quaraí. Nota-se que o tratamento de efluentes é insuficiente em Quaraí e Artigas e inexistente em Barra do Quaraí. Há avanços consideráveis em Quaraí, mas há necessidade de uma ampliação da cobertura e operacionalidade da rede de coleta de esgotos cloacais.

Por fim, soluções individuais não foram consideradas no documento, embora estas, quando ausentes de manutenção devida, são causadoras de contaminações pontuais de difícil reversão. A cidade de Uruguaiana não tem seus lançamentos no rio Quaraí. Reitera-se que informações sobre esgotamento sanitário dos municípios estão presentes nos seus respectivos planos municipais de saneamento básico.

## 2.10 HIDROSSSEDIMENTOLOGIA

Os elementos físicos constituintes de uma bacia hidrográfica são os divisores de água, encostas, afluentes e o rio principal. Tais elementos da bacia interagem, manifestados pela dinâmica de água sobre estes. Compreender a conexão entre encosta e os sistemas fluviais são imprescindíveis para a conservação de solo e água. Assim, a hidrossedimentologia torna-se necessária, onde seu estudo visa sinalizar a magnitude e abrangência da desagregação, transporte e deposição de sedimentos ao longo da bacia.

A bacia hidrográfica no rio Quaraí contém pequena série de dados de sedimentos, proveniente dos custos e dificuldade de manter campanhas de coleta estáveis ao longo dos anos. Também se destaca que a coleta de sedimentos ocorre simultaneamente a eventos de chuvas, o que aumenta a dificuldade de obter estas informações. Em 21 anos (1993 a 2014) tem-se com 52 medições, que foram agrupadas pelo Programa Marco no seu projeto piloto na bacia hidrográfica do rio Quaraí. No Programa Marco, desenvolveu-se mais campanhas para aprimorar as constatações acerca de sedimentos. Tal campanha foi realizada entre os dias 28 de janeiro e 2 de fevereiro de 2015, com medições realizadas nos 8 locais (Figura 48).

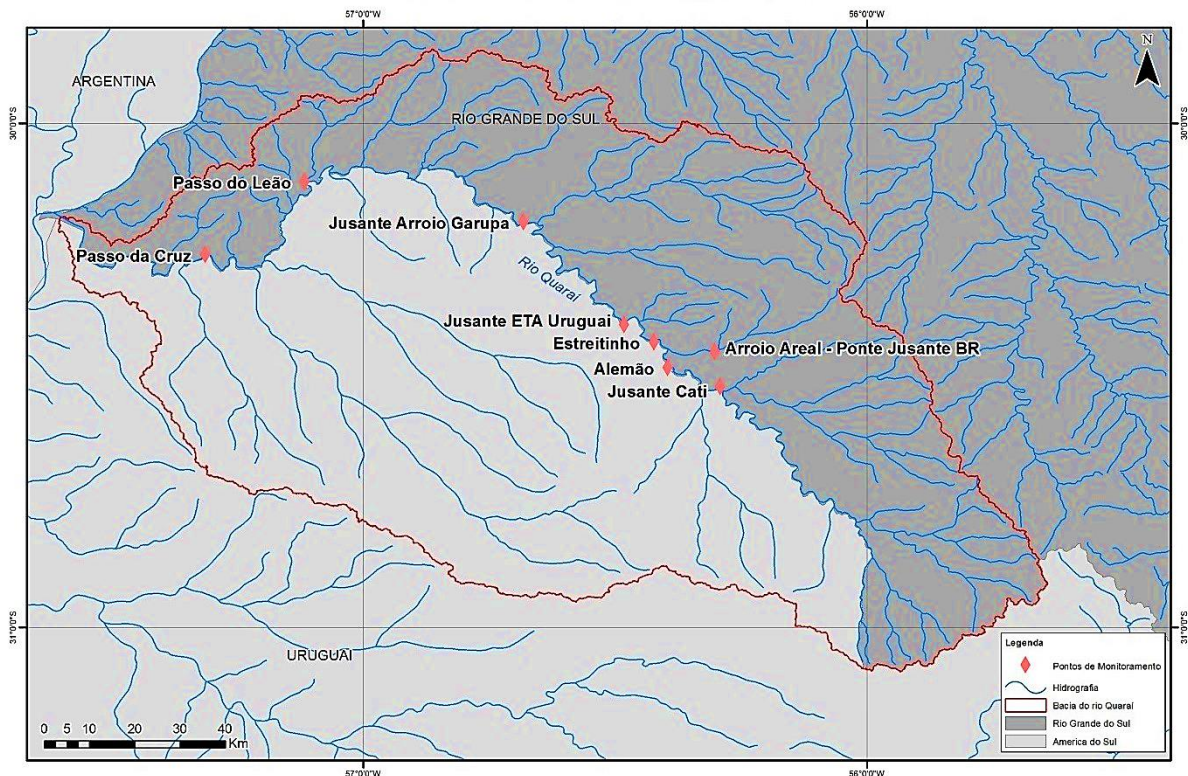


Figura 48. Localização da unidades de coleta de sedimento na bacia hidrográfica do rio Quaraí.

Foram realizadas amostragem de material em suspensão nestes 8 locais, sendo uma medição em cada local. Foram também realizadas duas campanhas de medição de descarga líquida, sólida em suspensão, arraste no leito e amostragem do sedimento de fundo. Fez-se uma espacialização das áreas de contribuição para carreamento de sedimento da bacia. Esta atividade objetivou entender dinâmica de sedimentos, e então, conceber estimativa geral da produção de cargas de sedimentos por região (Figura 49). As localidades conjuntamente com as respectivas coordenadas geográficas dos pontos de coletas expostos na imagem anterior são as seguintes:

- ✓ Passo da Cruz (30°15'33,52"S 57°18'50,33"O);
- ✓ Passo do Leão (30°06'54,60"S 57°06'58,31"O);
- ✓ Jusante Arroio Garupa (30°11'40,39"S 56°40'57,08"O);
- ✓ Jusante ETA Uruguai (30°23'54,42"S 56°28'56,13"O);
- ✓ Estreitinho (30°25'59,10"S 56°25'24,22"O);
- ✓ Alemão (30°29'03,13"S 56°23'45,81"O);
- ✓ Arroio Areal - Ponte Jusante BR (30°27'07,33"S 56°18'07,75"O);
- ✓ Jusante Cati (30°31'17,82"S 56°17'28,18"O).



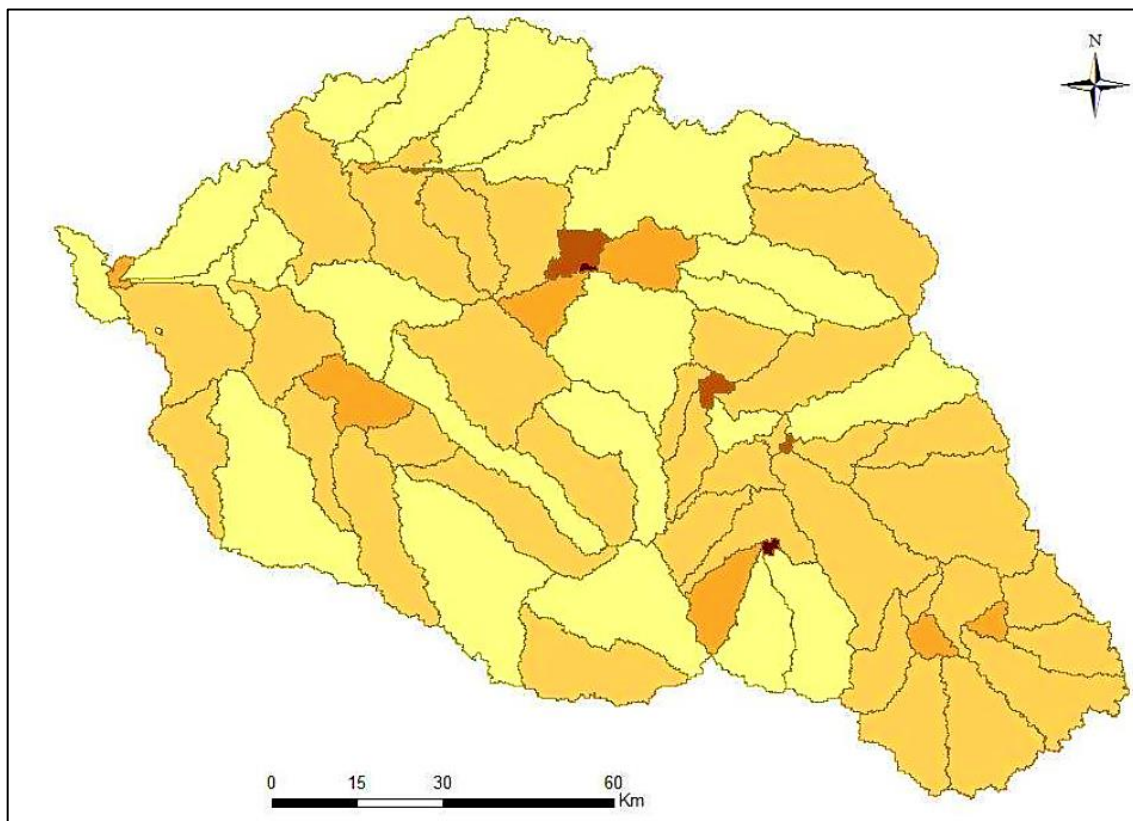


Figura 49. Áreas de contribuição de sedimentos na bacia hidrográfica do rio Quaraí. Os tons de cores mais claras representam menos contribuição de sedimentos para o rio principal, enquanto que tons mais escuros sinalizam maiores transportes de sedimentos.

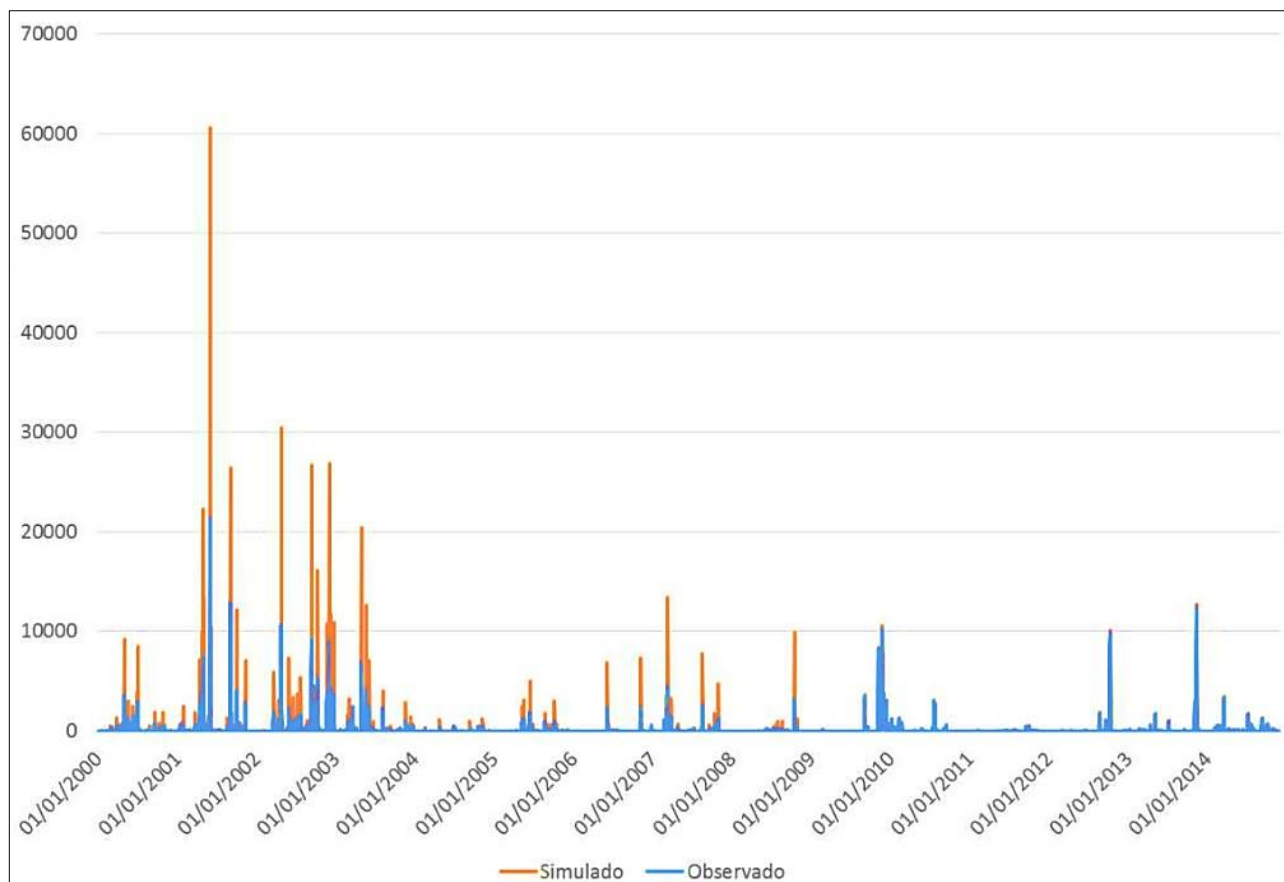


Figura 50. Cargas de sedimento simuladas e observadas conforme amostragem, na bacia hidrográfica do rio Quaraí.

### 2.10.1 Relação da extração mineral na bacia e a justificativa para análise hidrossedimentológica

A demanda pelo recurso mineral areia, na bacia hidrográfica do rio Quaraí, vem sendo objeto de interesse quanto a hidrossedimentologia. Como trata-se de uma bacia transfronteiriça, as legislações dos diferentes países possuem rigores distintos quanto a avaliação de impactos e danos ambientais. Resumidamente, a Constituição Federal de 1988 dispõe, em seu artigo 225, §2º, que “aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio degradado, de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão competente, na forma da lei”. Conforme disposto no art. 2º, II, alínea d, da Resolução nº 369/2006 do CONAMA, as atividades de pesquisa e extração de areia, argila, saibro e cascalho são consideradas de interesse social e, para tanto, mediante autorização de órgão ambiental competente, poderá haver a intervenção ou supressão da vegetação da APP. No Uruguai, tem-se o Código de Mineração (Lei de mineração de grande porte nº 19.126/2013). Com o novo código ficou claro que qualquer empresa estará sujeita aos mais altos procedimentos de avaliação de impacto ambiental, assim como a participação do público e informações sobre o andamento da mesma. Esse novo código, prevê ainda que a Direção Nacional do Meio Ambiente deve manter o controle e conceder licença anual para grandes projetos de mineração e caso essa licença não seja concedida o projeto fica impedido de continuar.

Em qualquer extração de areia nas margens de rio, como ocorre na margem direita da foz da referida bacia, faz-se necessário informações sobre desagregação, transporte e deposição de sedimento ao longo do leito hídrico. Isso permite prever prováveis modificações quanto a movimento de água, perda de solo, assoreamento das margens e manutenção da ictiofauna.

### 2.11 REFERÊNCIAS UTILIZADAS E CONSULTADAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Atlas de Abastecimento. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>>. Acesso: 16/05/2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada. Brasília: ANA, 2017, 86 p.

ALLER, L. et al. DRASTIC: a standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic settings. Washington, D.C: Environmental Protection Agency Report, 1987. 601 p.

CESAR, R. et. al. Proposta de um índice de risco ecológico para disposição sustentável de sedimentos de dragagem em latossolos e chernossolos. Revista Geociências, v. 34, p. 275-285, 2015.

COLLISCHONN, B. Modelagem Hidrológica de Uma Bacia com Uso Intensivo de Água: Caso do Rio Quaraí – RS. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 16, n. 4, p, 119-133, 2011.

DINIZ, D. A. Origem e dinâmica do mercúrio em sistemas de transformação Latossolo-podzol na bacia do rio negro, Amazonas. Exame de Qualificação de Doutorado. Rio Claro, São Paulo. 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Produção de informação, 1999.

\_\_\_\_\_. Sistema brasileiro de classificação dos solos. 2ª edição. Brasília: Embrapa Produção de informação, 2006.

FOSTER, S. Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy. In: Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants, 38., 1987, Noordwijk. Proceedings and Information of the International Conference held in the Netherlands. Noordwijk: TNO Committee on Hydrological Research, 1987. p. 69-86.

FOSTER, S.; HIRATA, R. Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas: um método baseado em dados existentes. São Paulo: Instituto Geológico, 1993. 92p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Cidades. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 13/06/2018.

KAYSER, R. H. B. Metodologia de balanço hídrico e critérios de outorga em bacias hidrográficas com uso intenso de reservatório de pequeno porte: estudo de caso da bacia do rio Quaraí. 2014. 150 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

LEMES, D. P. et al. Geografia física do município de Quaraí-RS: Compartimentação Geomorfológica. In: V Simpósio Nacional de Geomorfologia I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia. Anais... Santa Maria: UFSM, 2004. p. 1-18.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. Átomo Campinas-SP, 2005. 444 p.

MACHADO, R. L.; et al. Efeito da escarificação sobre alguns parâmetros físicos de um planossolo. Revista brasileira de Ciência do Solo, v. 21, p. 519-523, 1997.

MENDONÇA, M. T. Determinação da curva-chave das concentrações de sedimentos em suspensão na bacia hidrográfica do rio Quaraí, na fronteira oeste do Rio Grande do Sul. 2016. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2016.

MENEZES, D. J.; TRENTIN, R. Mapeamento do uso do solo na bacia hidrográfica do rio Quaraí sob a perspectiva da orizicultura e a demanda de água associada nas porções brasileira e uruguaia. Ciência e Natura, v. 36 n. 2, p. 385-392, 2014.

MENEZES, S. C. R.; SILVA, O. T. Mudanças na fertilidade de um Neossolo Regolítico após seis anos de adubação orgânica. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.12, p. 251–257, Campina Grande, PB. 2008.

PEDRON, A. F.; ROSA, S. A.; DALMOLIN, D. S. R. Variação das características pedológicas e classificação taxonômica de argissolos derivados de rochas sedimentares. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 36, p. 1-9, 2012.

RIBEIRA, F. Calidad, contaminación y protección de acuífero. In: III Curso Hispanoamericano de Hidrología Subterránea. Montevideo-UY: 2004.

RITCHER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. Tratamento de Água. Edgard Blücher São Paulo-SP, 2002, 332 p.

RIO GRANDE DO SUL. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul - Relatório Síntese do Diagnóstico e Prognóstico Hídrico das Bacias Hidrográficas do Estado. DRH/SEMA. Porto Alegre. 2007.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Meio Ambiente. Zoneamento Ecológico-Econômico. Disponível em: <<http://zee.rs.gov.br/>>. Acesso em: 13/06/2018.

SANTOS, J. L. D. dos. Caracterização física e química de um planossolo localizado no semiárido baiano. Enciclopédia Biosfera, v. 9, p. 13-17, 2013

SILVA, R. L. L. et al. Vulnerabilidade natural dos recursos hídricos subterrâneos na bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim – RS. Disciplinarum Scientia. v. 16, n. 3, p. 333-355, 2015.

von SPERLING, M. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios: Princípio do tratamento biológico de águas residuárias. v. 7. UFMG, 2007. 588 p.

### **3. DIAGNÓSTICO SOCIAL, ECONÔMICO E DEMOGRÁFICO**

Para expor as características sociais, econômicas e demográficas gerais da bacia do rio Quaraí, iniciar-se-á falando sobre sua divisão política. A divisão política apresenta, do lado uruguaio, o Departamento de Artigas, com Artigas e Bella Unión, como as duas cidades mais importantes. No Brasil, a bacia situa-se sobre território do Rio Grande do Sul, abrangendo total ou parcialmente quatro municípios: Sant’Ana do Livramento, Uruguaiana, Barra do Quaraí e Quaraí. As sedes dos dois últimos municipais encontram-se localizadas junto ao rio Quaraí. Os limites político-administrativos dos municípios englobados pela bacia hidrográfica do rio Quaraí estão expostos na figura 51.

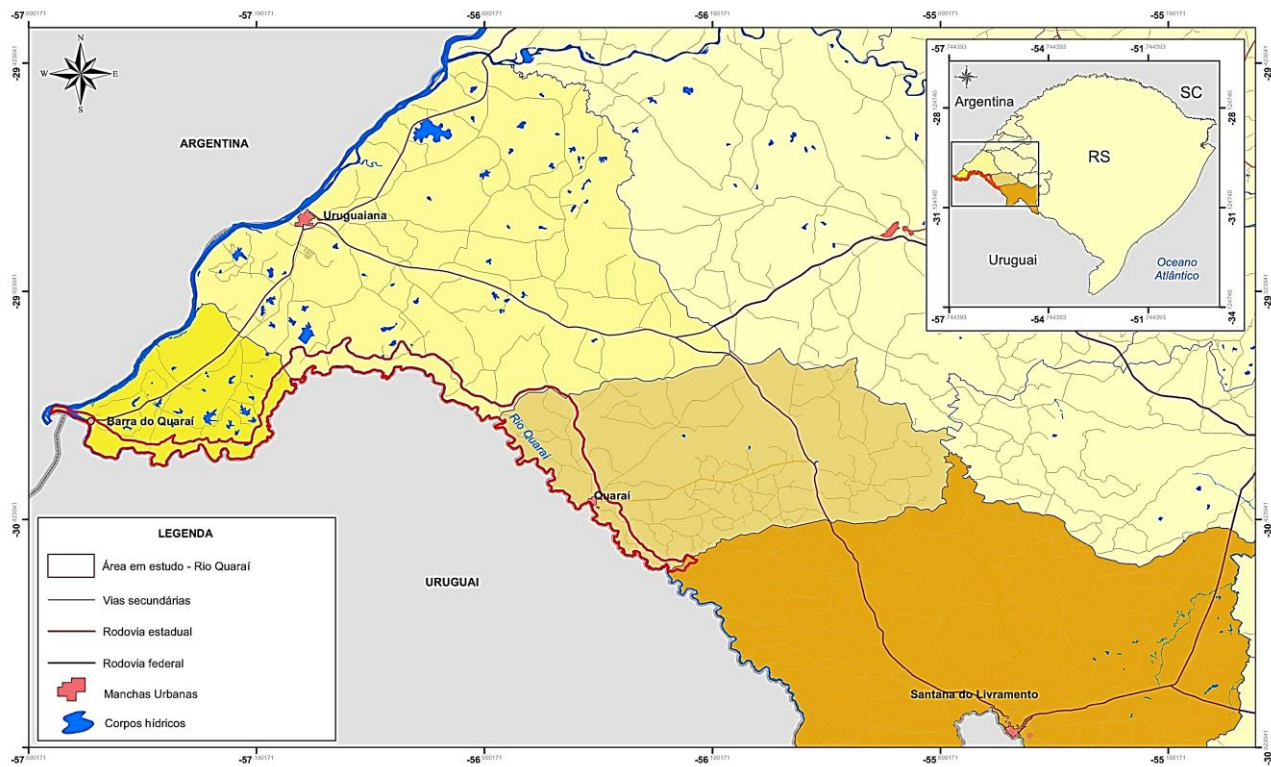


Figura 51. Unidades político-administrativa da bacia hidrográfica do rio Quaraí, RS. Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2018.

Por representar a divisa entre a República Federativa do Brasil e a República Oriental do Uruguai, as águas do rio Quaraí, conforme a Lei Federal nº 9.433 de 1997, são de domínio da União. Contudo, em 1991, ocorreu um Acordo Internacional entre os dois países, definindo regras específicas na atuação da área de fronteira, incluindo o uso da água. Atualmente, a economia da região baseia-se principalmente no setor primário, no qual a agropecuária representa 90% da atividade econômica. O arroz irrigado representa 87% e a pecuária quase 12% da contribuição de impostos do setor agrícola. O rebanho bovino conta aproximadamente com 43.000 animais, enquanto que o rebanho ovino, que já foi maior, contém 25.000 ovelhas. A atuais vias de acessos para as cidades da bacia podem ser visualizadas nas figuras 52 e 53.

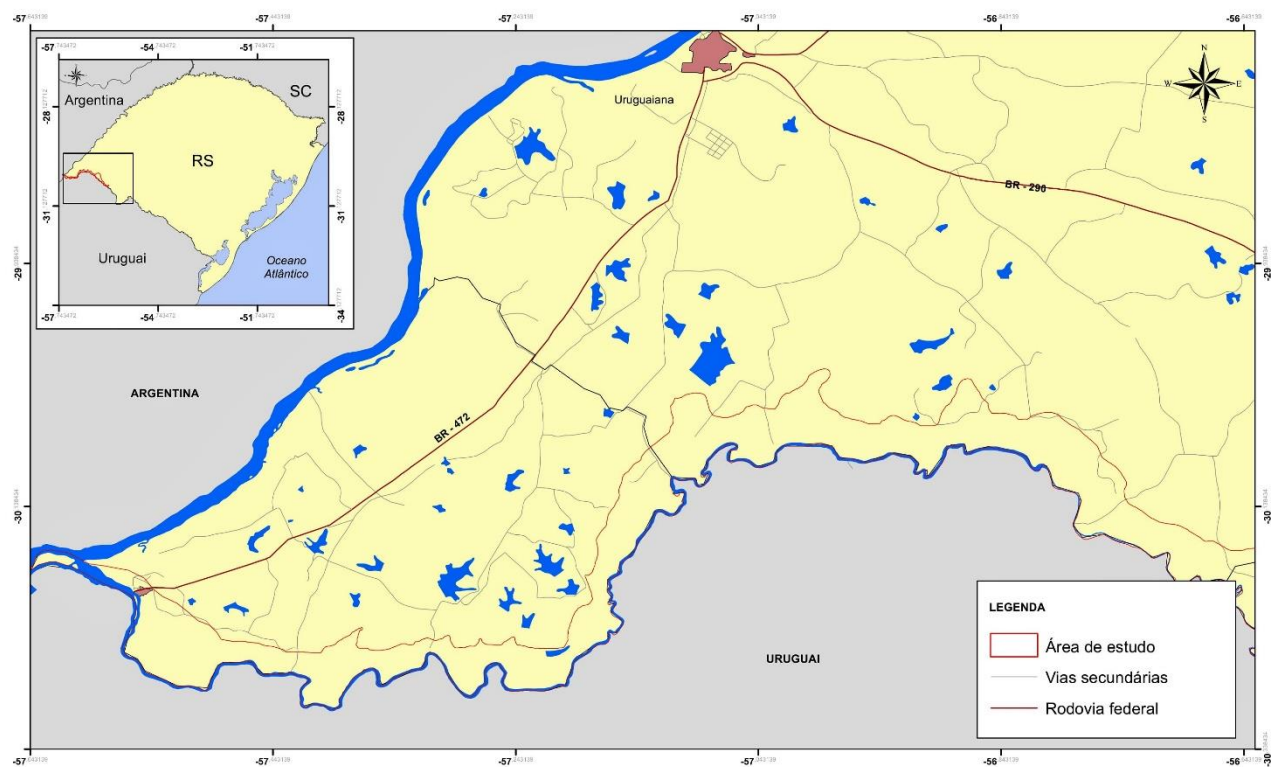


Figura 52. Vias de acesso até o município da Barra do Quaraí e ligação com Uruguiana. Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2018.



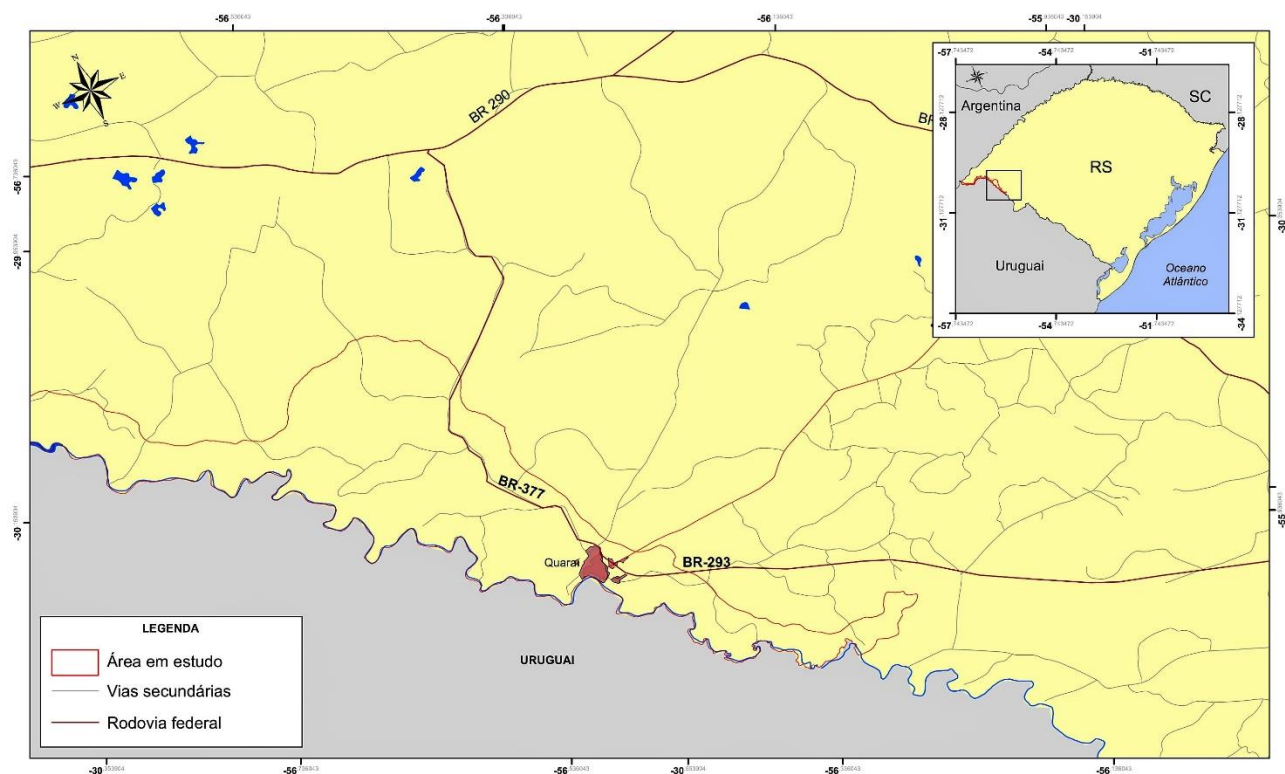


Figura 53. Vias de acesso até o município de Quaraí. Fonte: RIO GRANDE DO SUL, 2018.

### 3.1 ANÁLISE HISTÓRICA DO DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA

Em estudo feito pela Secretaria Municipal da Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Uruguaiana, elaborou, em 2001, um estudo sobre a estagnação econômica da região sul do estado. Nele, cita que a região da Campanha e da Fronteira Oeste passaram por ciclos econômicos destacados, mas todos baseado em uma única matéria prima: 1° O ciclo do couro; 2° O ciclo do charque; 3° O ciclo da carne industrializada e resfriada. O "ciclo do couro", o mais primitivo de todos, teve seu início ainda no século XVII e seguiu até 1736 aproximadamente; nesta época, apenas o couro dos bovinos exportados para a Europa tinha alguma valia.

O "ciclo do charque" representou uma fantástica mudança na economia do sul do Estado, quando além do couro, também era aproveitada a carne salgada que era exportada para alimentar o norte do Brasil. Este ciclo teve seu pólo de desenvolvimento mais importante na cidade de Pelotas, no final do século XVIII. O sucesso das charqueadas pelotenses estimulou o surgimento de organizações industriais semelhantes, passassem a ser desenvolvidas noutros municípios, como Bagé, Jaguarão, Júlio de Castilhos, Sant'Ana do Livramento, Quaraí, Itaqui e Uruguaiana (PUJOL, 2017). Ao observar a tabela 13, é possível constatar a importância da indústria do charque para a economia do RS.

Tabela 13. Participação percentual dos principais produtos no valor total da exportações do Rio Grande do Sul, com informações de charque, couro e lã oriundo da fronteira Oeste. Fonte: AREND; CÁRIO 2005.

PRODUTOS	1878-88	1889-900	1919-29
<b>Produtos típicos da Campanha</b> .....	<b>62,2</b>	<b>46,5</b>	<b>37,2</b>
Charque .....	30,3	25,9	19,1
Couros .....	30,5	18,7	10,1
Lã .....	1,4	1,9	4,2
Carnes frigorificadas .....	-	-	3,8
<b>Produtos típicos da Serra</b> .....	<b>8,8</b>	<b>31,0</b>	<b>31,6</b>
Banha .....	1,8	11,3	15,6
Farinha de mandioca .....	3,2	7,3	2,2
Feijão .....	0,2	7,6	3,8
Fumo .....	1,9	2,9	4,3
Batata-inglesa, erva-mate, cebolas e alhos .....	1,7	1,8	3,4
Vinho .....	0,1	0,1	2,5
Arroz .....	-	-	10,1
<b>Subtotal</b> .....	<b>71,0</b>	<b>77,6</b>	<b>78,9</b>
<b>TOTAL DO RS</b> .....	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>



O município de Quaraí teve expressiva importância para a região hidrográfica em questão. Quaraí nasceu às margens do rio que deu o nome à cidade, e tem o seu significado como “Rio das garças” ou “Rio do Sol”. O rio Quaraí tem sua nascente localizada à leste e sua foz à oeste, assim como o sol, tendo seu desaguamento no maior rio do estado gaúcho, o Rio Uruguai, um dos principais afluentes do rio da Prata, formando a Bacia do Prata. O Rio Quaraí não tem apenas uma importância política ao demarcar a fronteira do Brasil com o Uruguai, mas também, grande importância histórica. O famoso General Artigas, após conquistar os principais territórios da Bacia do Prata, Montevideu e Buenos Aires, decidiu, no ano de 1816, seguir em direção ao Brasil e invadir os territórios que hoje formam as cidades de São Borja, Uruguaiana, Alegrete e Santana do Livramento. Foi então que o Tenente Coronel José de Abreu, por ordem do império, levou as suas tropas até a fronteira para defender o território brasileiro, montando acampamento à margem direita do Rio Quaraí, marcando o início do povoamento da região que posteriormente seria a cidade de Quaraí. O comandante da conhecida Cavalaria da Legião de Tropas Ligeiras, o Tenente Coronel José de Abreu, venceu as tropas do General Artigas e, por este feito, recebeu o título de Barão do Cerro Largo (PUJOL, 2017).

Mais tarde, as necessidades de carne durante as grandes guerras mundiais geraram a possibilidade de instalação de grandes plantas frigoríficas e indústrias para produzir carnes enlatadas e resfriadas na Argentina, no Uruguai e na região Sul do Rio Grande do Sul. Com a entrada em produção dos grandes frigoríficos, houve a quebra das charqueadas. Após o final dos conflitos, as compras de mercadorias na América do Sul foram canceladas ou reduzidas ao mínimo. A pecuária e agricultura, que tinham na Europa seu grande mercado de sobrevivência e expansão, passaram nesse longo período, a ter apenas consumidores internos, sobrando alimentos produzidos no campo, com queda brusca e desastrosa de preços que originaram a quebra de bancos, indústrias, estancieiros, agricultores, e o amplo comércio envolvidos no processo secundariamente.

A região sul do Rio Grande do Sul, onde se localiza a bacia, teve muitos contratempos que frearam o seu desenvolvimento. Dessa perspectiva, a região manteve-se atrasada, tanto em função da sua posição geográfica fronteiriça com o Uruguai e Argentina, como das fortes lideranças políticas sul riograndenses, que estavam empenhadas nas lutas internas pela conquista do poder. As causas deste atraso poderiam ser resumidas do seguinte modo: a) as lutas internas; b) o atraso nas comunicações ferroviárias; c) precárias rodovias; d) a falta de energia; e) falta de uma política agropecuária nacional; e) falta de indústrias na região; f) falta de sustentação do seu parque industrial; g) a atual falta de força política; h) falta de conexão entre os dois maiores portos do estado, Rio Grande e Uruguaiana (porto seco).

### 3.1.1 Plano de desenvolvimento da fronteira sudoeste

No sentido de minimizar as perdas pelas mudanças no comércio dos produtos mencionados no item acima, em 1967, o Decreto-Lei nº 301, cria a SUDESUL e o Plano de Desenvolvimento da Fronteira Sudoeste. Este visava promover o desenvolvimento integrado e harmônico da região, o aproveitamento racional de seus recursos naturais e o bem-estar social de sua população, assegurando-lhe uma economia sustentável e integrada na economia nacional. O Plano abrangia os estados da região Sul e o Mato Grosso, até então abrangendo o atual estado do Mato Grosso do Sul. O desenvolvimento do Plano previa:

- A. Conhecimento dos recursos naturais da região e avaliação de seu potencial econômico e social, através de estudos e pesquisas que sirvam de base à ação planejada do Governo e de orientação aos investimentos privados;
- B. Seleção e definição de espaços econômicos que, por suas características especiais e possibilidades de desenvolvimento, sejam merecedoras de prioridade de ação planejada, com a determinação de pólos de desenvolvimento capazes de dinamizar e liderar o crescimento de áreas vizinhas;
- C. Estabelecimento de modelo de desenvolvimento econômico, adequado à região, que lhe assegure o aumento da renda "per capita" e um desenvolvimento ótimo;
- D. Concentração de recursos em áreas selecionadas, em função de seu potencial econômico e necessidades da população;
- E. Orientação do povoamento e ocupação econômica da região;
- F. Incentivo e amparo à agricultura, à pecuária, à silvicultura e à piscicultura, como base da economia regional;
- G. Promoção do desenvolvimento industrial da região, pelo estudo de oportunidades industriais e implantação da infraestrutura necessária;
- H. Estudo, incentivo e orientação ao comércio internacional;
- I. Criação de novas oportunidades de emprego, especialmente nos setores secundário e terciário da atividade econômica, pela ampliação da oferta de formação e treinamento de mão-de-obra especializada necessária às exigências de desenvolvimento da região;
- J. Adoção de política de estímulo para assegurar a elevação da taxa de reinserção dos recursos gerados na área, incentivar sua aplicação na própria região e atrair outros investimentos;
- K. Coordenação e concentração da ação governamental nas tarefas de pesquisa, planejamento e implantação e expansão de infraestrutura econômica e social reservando para a iniciativa privada as atividades agropecuárias, industriais, mercantis e de serviços básicos rentáveis;

- L. Aplicação conjunta dos recursos federais da administração centralizada e descentralizada e sua conjugação com as contribuições do setor privado e de fontes externas;
- M. Avaliação contínua da ação federal na área e sua revisão, adaptando-a às necessidades da região.

O Plano de Desenvolvimento da Fronteira Sudoeste seria executado em etapas plurianuais, consubstanciadas em Planos Diretores aprovados por Decreto do Poder Executivo. A extinção da SUDESUL em 1990 não explica a não realização dos objetivos, embora sem o incentivo proposto, tornou-se difícil a realização dos mesmos, especialmente para o meio privado. Destes, apenas o primeiro, que estabelecia o conhecimento da região, foi parcialmente cumprido.

### 3.1.2 Década de 90 e o progresso nos municípios e setores da bacia hidrográfica do rio Quaraí

A densidade demográfica da bacia tem sido baixa desde 1990. Excluídas as áreas urbanas, existem cerca de 2 hab./km<sup>2</sup>. Na bacia, é comum os chamados “vazios verdes”, que são áreas com menos de 1 hab./km<sup>2</sup>. O índice de urbanização não se alterou muito desde 1990, onde a ordem é de 90% da população total. Contudo é preciso considerar que um expressivo número de pessoas trabalha na área rural, embora residam na cidade, onde, muitos de seus moradores, tem sua atividade diretamente vinculada ao setor agropecuário. Essa migração é difícil de ser mensurada, mas é possível inferir que seria pequena a mudança percentual na densidade habitacional.

Toda a economia regional tem estado intimamente vinculada à produção agrícola, tendo o arroz como grão principal e à exploração pecuária extensiva, com ênfase para a produção de carne. O setor primário e o agroindustrial, na cidade de Uruguaiana, tem correspondido ao emprego de aproximadamente 40% da mão-de-obra, estando a quase totalidade do restante no setor de serviços, com ênfase para o comércio.

Quanto à posse da terra, a estratificação dos estabelecimentos tem se mostrado relativamente estável nos últimos anos. Cerca de 45% das propriedades contêm áreas acima de 200 ha, com uma leve tendência para aumento do número de propriedades na faixa de 100 a 1.000 ha, decrescendo aquelas entre 5 e 100 ha. Em Uruguaiana, 89,4% da área total de imóveis corresponde a empresas rurais, aparecendo os latifúndios com 9,7% e os minifúndios com 0,9%.

No período 1980 até 1994, o PIB gaúcho cresceu 132% no período, enquanto Quaraí cresceu 42,3%, 89 pontos percentuais do que Estado. Uruguaiana cresceu 84,8, menos 47 pontos percentuais do que o Estado. A participação da Campanha Ocidental, na formação do PIB gaúcho, era, em 1996, inferior a 15%. No início dos anos 80 chegou a 21%.

O setor industrial regional, partindo de 1990, tem representado apenas 4,1% do Estado. Embora seja uma participação pequena, já foi menor no início da década de 80, com menos de 2,5%. Nesta época, o crescimento industrial de 164% ocorreu pela indústria de beneficiamento do arroz, que somente cresceu em decorrência de grandes frentes de expansão, investimento e tomada de risco da lavoura de arroz a partir de 1980, por parte dos produtores pessoa física. No referido período analisado, a produção de arroz cresceu quase 100%. Tal aumento ocorreu tanto pela expansão da área cultivada, quanto pelo aumento da produtividade. Esta última passou de 4.000 kg/ha, em 1980, para 5.500 kg/ha em 1995. Enquanto a lavoura de arroz induziu o crescimento do PIB regional, na década de 90, produtos como a soja e o trigo perderam impulso e acabaram contribuindo, inversamente, para frear o crescimento econômico, o mesmo acontecendo com a carne bovina e a lã.

### 3.2 BARRA DO QUARAÍ

O município da Barra do Quaraí tem área de 1059,96 km<sup>2</sup>, com população de 4.012 habitantes conforme último censo de 2010 do IBGE. Possui densidade demográfica de 3,8 habitantes/km<sup>2</sup>. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) da Barra do Quaraí é 0,662, em 2010, o que situa esse município na faixa de Desenvolvimento Humano Médio (IDHM entre 0,600 e 0,699). A dimensão que mais contribui para o IDHM do município é Longevidade, com índice de 0,802, seguida de Renda, com índice de 0,659, e de Educação, com índice de 0,548 (Tabela 14).

Tabela 14. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus componentes na Barra do Quaraí. Fonte: PNUD, IPEA e FJP.

IDHM e componentes	1991	2000	2010
IDHM Educação	0,255	0,357	0,548
% de 18 anos ou mais com fundamental completo	16,43	32,69	51,93
% de 5 a 6 anos na escola	31,04	40,29	70,05
% de 11 a 13 anos nos anos finais do fundamental ou com fundamental completo	44,07	67,62	87,77
% de 15 a 17 anos com fundamental completo	41,41	34,45	40,87
% de 18 a 20 anos com médio completo	10,73	6,96	26,55
IDHM Longevidade	0,658	0,706	0,802
Esperança de vida ao nascer	64,47	67,38	73,13
IDHM Renda	0,655	0,657	0,659
Renda per capita	470,36	476,44	483,29

De 1991 a 2010, o IDHM do município passou de 0,479, em 1991, para 0,662, em 2010, enquanto o IDHM da Unidade Federativa (UF) passou de 0,493 para 0,727. Isso implica em uma taxa de crescimento de 38,20% para o município

e 47% para a UF; e em uma taxa de redução do hiato de desenvolvimento humano de 64,88% para o município e 53,85% para a UF. No município, a dimensão cujo índice mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,293), seguida por Longevidade e por Renda. Na UF, por sua vez, a dimensão cujo índice mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,358), seguida por Longevidade e por Renda.

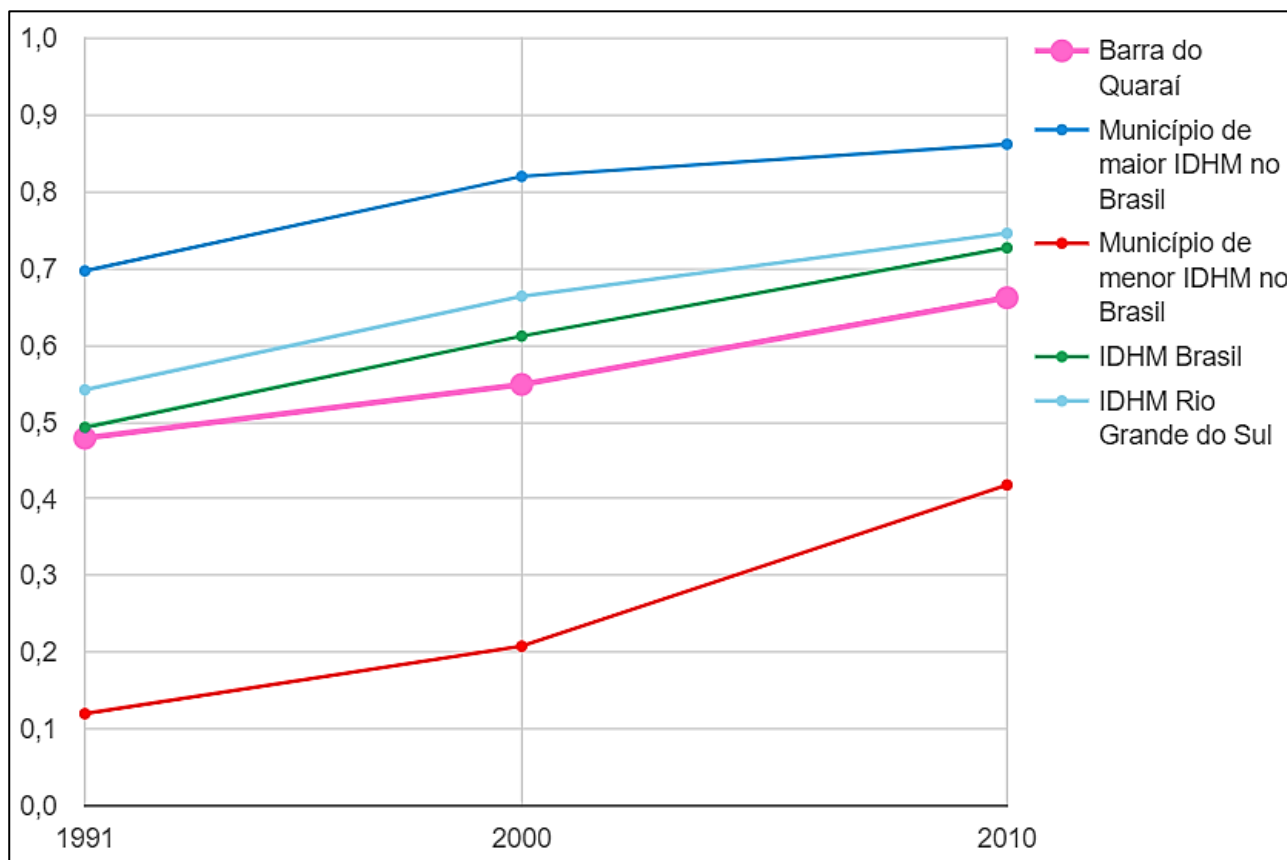


Figura 54. Comparativo do IDHM do município da Barra do Quaraí com Brasil, estado do RS, melhor e pior município do país. Fonte: PNUD, IPEA e FJP.

### 3.3 URUGUAIANA

O município tem área de 5.720,47 km<sup>2</sup>, com população de 125.435 habitantes conforme último censo de 2010 do IBGE. Possui densidade demográfica de 21,94 habitantes/km<sup>2</sup>. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) de Uruguaiana é 0,744, em 2010, o que situa esse município na faixa de Desenvolvimento Humano Alto (IDHM entre 0,700 e 0,799). A dimensão que mais contribui para o IDHM do município é Longevidade, com índice de 0,863, seguida de Renda, com índice de 0,722, e de Educação, com índice de 0,661 (Tabela 15).

Tabela 15. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus componentes em Uruguaiana. Fonte: PNUD, IPEA e FJP.

IDHM e componentes	1991	2000	2010
IDHM Educação	0,357	0,523	0,661
% de 18 anos ou mais com fundamental completo	38,67	46,85	60,57
% de 5 a 6 anos na escola	28,04	53,54	81,54
% de 11 a 13 anos nos anos finais do fundamental ou com fundamental completo	60,64	79,59	92,23
% de 15 a 17 anos com fundamental completo	34,32	57,29	62,74
% de 18 a 20 anos com médio completo	14,04	30,44	39,74
IDHM Longevidade	0,715	0,811	0,863
Esperança de vida ao nascer	67,91	73,65	76,80
IDHM Renda	0,653	0,688	0,722
Renda per capita	465,95	579,65	714,26

De 1991 a 2010, o IDHM do município passou de 0,550, em 1991, para 0,744, em 2010, enquanto o IDHM da Unidade Federativa (UF) passou de 0,493 para 0,727. Isso implica em uma taxa de crescimento de 35,27% para o município e 47% para a UF; e em uma taxa de redução do hiato de desenvolvimento humano de 56,89% para o município e 53,85% para a UF. No município, a dimensão cujo índice mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,304), seguida por Longevidade e por Renda. Na UF, por sua vez, a dimensão cujo índice mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,358), seguida por Longevidade e por Renda.

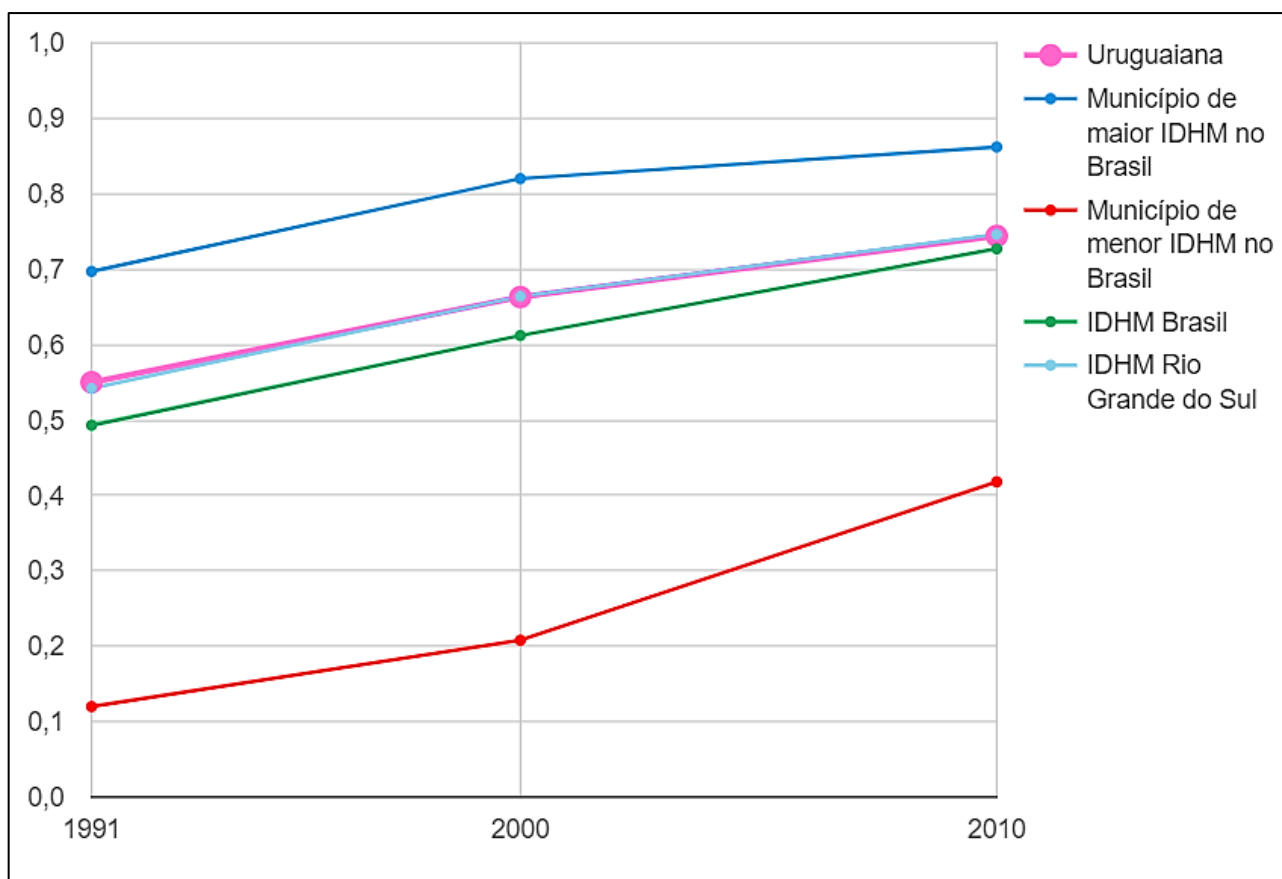


Figura 55. Comparativo do IDHM do município de Quaraí com Brasil, estado do RS, melhor e pior município do país. Fonte: PNUD, IPEA e FJP.

### 3.4 QUARAÍ

O município tem área de 3152,41 km<sup>2</sup>, com população de 23.021 habitantes conforme último censo de 2010 do IBGE. Possui densidade demográfica de 7,3 habitantes/km<sup>2</sup>. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) de Quaraí é 0,704, em 2010, o que situa esse município na faixa de Desenvolvimento Humano Alto (IDHM entre 0,700 e 0,799). A dimensão que mais contribui para o IDHM do município é Longevidade, com índice de 0,852, seguida de Renda, com índice de 0,673, e de Educação, com índice de 0,609 (Tabela 16).

Tabela 16. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus componentes em Quaraí. Fonte: PNUD, IPEA e FJP.

IDHM e componentes	1991	2000	2010
IDHM Educação	0,355	0,486	0,609
% de 18 anos ou mais com fundamental completo	28,54	42,84	50,45
% de 5 a 6 anos na escola	44,91	66,80	98,26
% de 11 a 13 anos nos anos finais do fundamental REGULAR SERIADO ou com fundamental completo	57,39	73,99	89,30
% de 15 a 17 anos com fundamental completo	35,45	43,10	46,16
% de 18 a 20 anos com médio completo	21,16	23,35	33,73
IDHM Longevidade	0,714	0,793	0,852
Esperança de vida ao nascer	67,84	72,55	76,14
IDHM Renda	0,628	0,649	0,673
Renda per capita	397,17	454,10	528,64

De 1991 a 2010, o IDHM do município passou de 0,542, em 1991, para 0,704, em 2010, enquanto o IDHM da Unidade Federativa (UF) passou de 0,493 para 0,727. Isso implica em uma taxa de crescimento de 29,89% para o município e 47% para a UF; e em uma taxa de redução do hiato de desenvolvimento humano de 64,63% para o município e 53,85% para a UF. No município, a dimensão cujo índice mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,254), seguida por Longevidade e por Renda. Na UF, por sua vez, a dimensão cujo índice mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,358), seguida por Longevidade e por Renda.



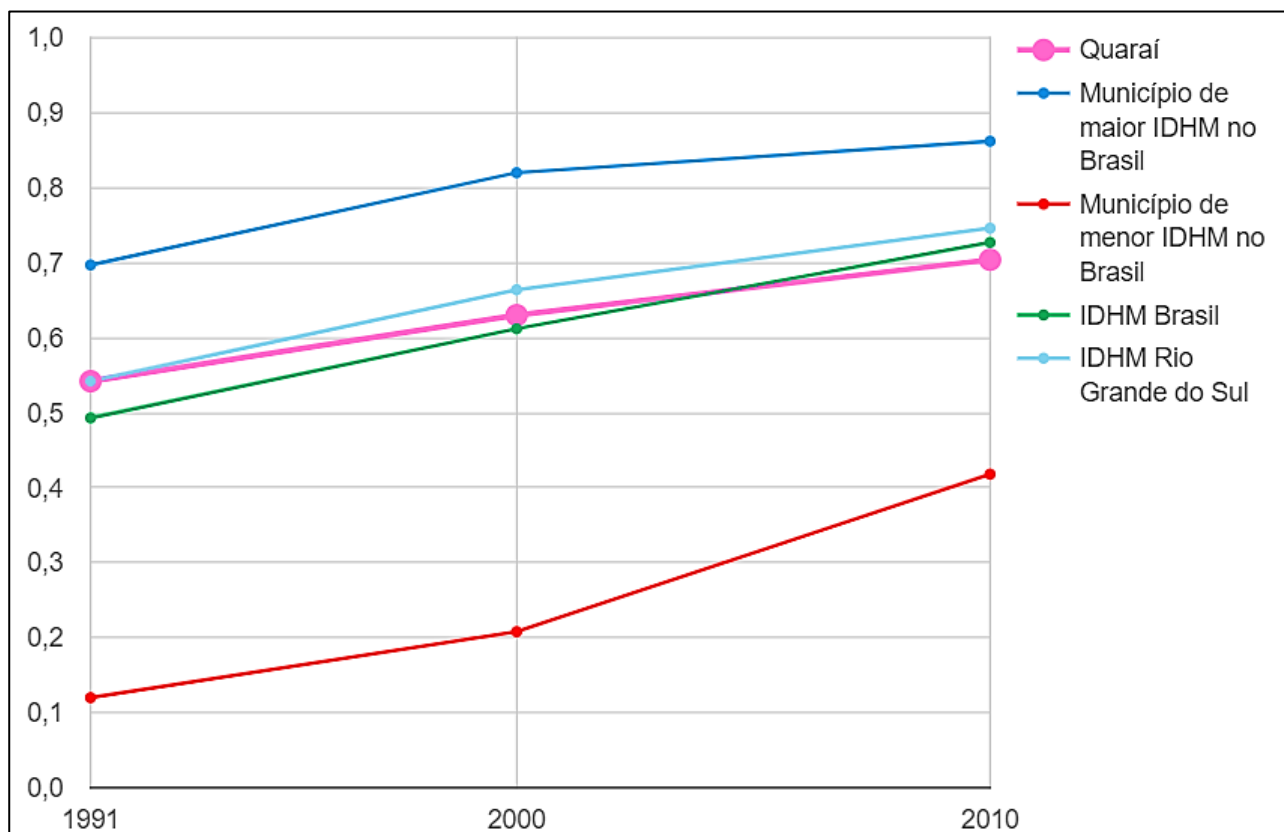


Figura 56. Comparativo do IDHM do município de Quaraí com Brasil, estado do RS, melhor e pior município do país. Fonte: PNUD, IPEA e FJP.

### 3.5 SANT'ANA DO LIVRAMENTO

O município tem área de 6.958,27 km<sup>2</sup>, com população de 82.264 habitantes conforme último censo de 2010 do IBGE. Possui densidade demográfica de 11,86 habitantes/km<sup>2</sup>. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) de Sant'Ana do Livramento é 0,727, em 2010, o que situa esse município na faixa de Desenvolvimento Humano Alto (IDHM entre 0,700 e 0,799). A dimensão que mais contribui para o IDHM do município é Longevidade, com índice de 0,846, seguida de Renda, com índice de 0,715, e de Educação, com índice de 0,636 (Tabela 17).

Tabela 17. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus componentes no Município de Sant'Ana do Livramento. Fonte: PNUD, IPEA e FJP.

IDHM e componentes	1991	2000	2010
IDHM Educação	0,382	0,529	0,636
% de 18 anos ou mais com fundamental completo	36,76	46,53	57,33
% de 5 a 6 anos na escola	38,55	71,48	88,04
% de 11 a 13 anos nos anos finais do fundamental REGULAR SERIADO ou com fundamental completo	60,25	77,37	89,76
% de 15 a 17 anos com fundamental completo	37,78	50,76	56,84
% de 18 a 20 anos com médio completo	19,09	26,16	33,43
IDHM Longevidade	0,706	0,792	0,846
Esperança de vida ao nascer	67,37	72,54	75,77
IDHM Renda	0,641	0,696	0,715
Renda per capita	431,03	607,21	685,04

De 1991 a 2010, o IDHM do município passou de 0,557, em 1991, para 0,727, em 2010, enquanto o IDHM da Unidade Federativa (UF) passou de 0,493 para 0,727. Isso implica em uma taxa de crescimento de 30,52% para o município e 47% para a UF; e em uma taxa de redução do hiato de desenvolvimento humano de 61,63% para o município e 53,85% para a UF. No município, a dimensão cujo índice mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,254), seguida por Longevidade e por Renda. Na UF, por sua vez, a dimensão cujo índice mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,358), seguida por Longevidade e por Renda.

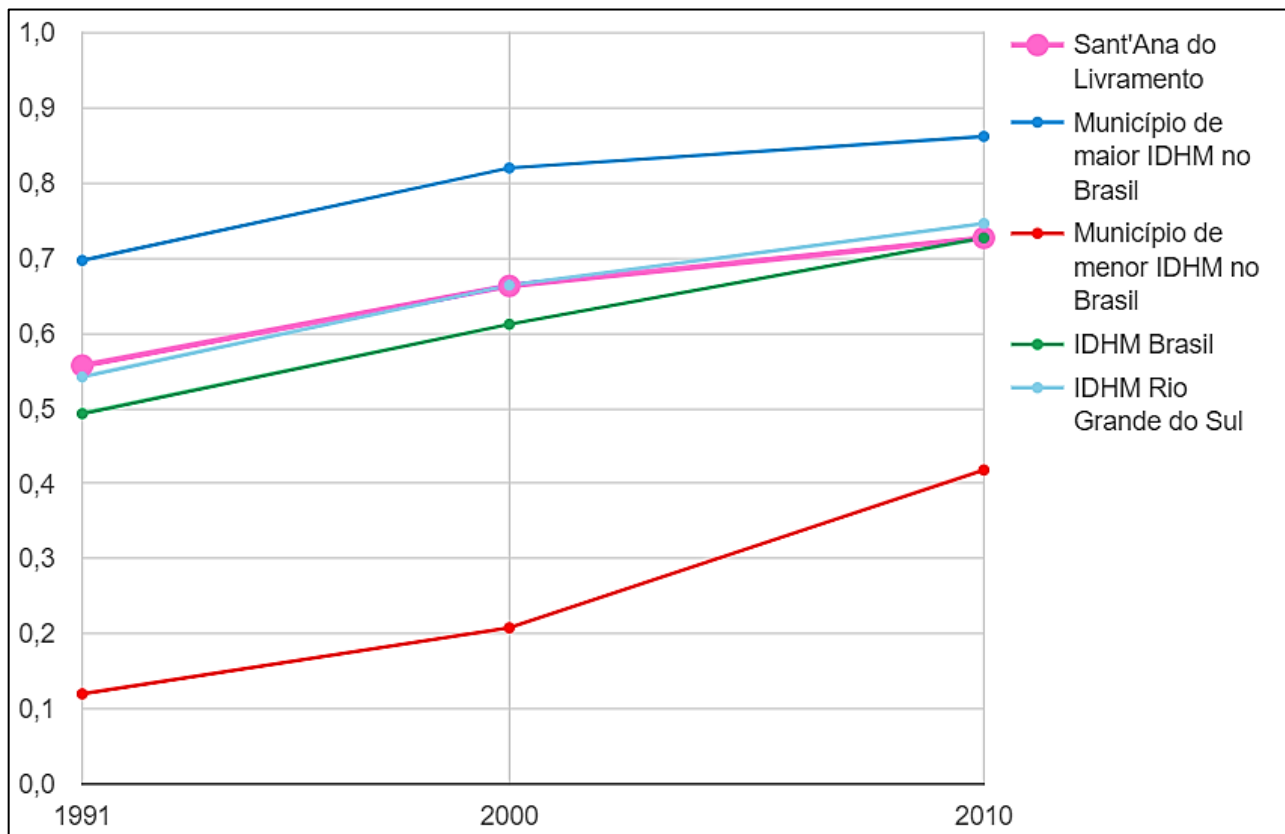


Figura 57. Comparativo do IDHM do município de Sant'Ana do Livramento com Brasil, estado do RS, melhor e pior município do país. Fonte: PNUD, IPEA e FJP.

### 3.6 REFERÊNCIAS

AREND, M.; CÁRIO, S. A. F. Origens e determinantes dos desequilíbrios no Rio Grande do Sul: uma análise a partir da Teoria Institucional de Douglass North, Ensaios FEE, v. 26, p. 63-94, 2005.

PUJOL, V. Fronteira: história e desenvolvimento de uma cidade. In: Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional, 17., 2017, São Paulo. Anais... São Paulo, 2017.

## 4. DIAGNÓSTICO SOBRE O SISTEMA INSTITUCIONAL DE GESTÃO

O regimento interno do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Quaraí ocorre conforme a Resolução nº 75 de 2010. A gestão da bacia do rio Quaraí tem como marco referencial o Acordo de Cooperação entre a República Federativa do Brasil e a República Oriental do Uruguai, firmado em 11/03/91, na cidade de Artigas, cujos propósitos são os seguintes:

- A. O aumento do nível social e econômico dos habitantes da região;
- B. A utilização racional e equitativa da água para fins domésticos, urbanos, agropecuários e industriais;
- C. Regularização das descargas e o controle das cheias;
- D. O estabelecimento de sistemas de irrigação e drenagem para fins agropecuários;
- E. A solução dos problemas decorrentes do uso indevido das águas;
- F. A defesa e utilização adequada dos recursos minerais, vegetais e animais;
- G. A produção, transmissão e utilização da energia hídrica e de outras formas de energia;
- H. O incremento da navegação e de outros meios de transporte e comunicação;
- I. O desenvolvimento industrial da região;
- J. O desenvolvimento de projetos específicos de interesse mútuo;
- K. A recuperação e a conservação do meio ambiente;
- L. O manejo, a utilização adequada, a recuperação e a conservação dos recursos hídricos, considerando as características da bacia;
- M. O manejo, a conservação, a utilização adequada e a recuperação dos solos da região.

A operacionalização do Acordo foi feita pela Comissão Mista Brasil-Uruguay para o desenvolvimento da bacia do Rio Cuareim-Quaraí (CRC). Até a criação do Comitê Quaraí, a CRC se localizava longe da bacia, em Montevidéu (ROU) e Pelotas

(Brasil), junto à Comissão da Lagoa Mirim. Em 2012, a UNIPAMPA foi convidada para desempenhar o papel de Secretaria Executiva da CRC. Em maio de 2007, iniciou o processo de formação de um Comitê gestor das águas estaduais da bacia, que se encerrou apenas em dezembro de 2008. O Comitê Quaraí é o organismo de Estado responsável pela gestão das águas da bacia. Sua composição é definida como:

- A. 40% de usuários de água, tendo como exemplo irrigantes, abastecimento público, esgotos, indústrias, entre outros setores da sociedade.
- B. 40% de representantes da população da bacia, como vereadores, entidades de classe, universidades, organizações não governamentais.
- C. 20% pertencente poder executivo estadual e federal.

De acordo com a legislação gaúcha, o Comitê de bacia aprova o plano da bacia, os investimentos, as prioridades, os critérios de outorga; define a cobrança pelo uso da água; define o enquadramento das águas em classes de uso; e é o parlamento da água, onde os conflitos são inicialmente discutidos e resolvidos. No lado uruguaio, existiam as Juntas de Riego, que são responsáveis pelas outorgas dos irrigantes, mas não têm a participação de outros setores da sociedade. Em 2009, houve a mudança de legislação nacional sobre recursos hídricos, sendo prevista a criação de comitês de bacia similares aos brasileiros.

#### 4.1 MARCO LEGAL-ADMINISTRATIVO

O marco legal-administrativo é representado principalmente pelo Acordo de Cooperação Binacional, que é dominante sobre todas as instituições atuantes na bacia. Os critérios do Acordo somente podem ser alterados pelas chancelarias dos dois países. A criação do Comitê de Águas Estaduais completa um vazio institucional na banda brasileira e permite o avanço da gestão a partir da formatação deste plano de bacia, no qual devem constar as intervenções necessárias, seus custos e prazos de implementação. Nesse documento também foram definidos os padrões de qualidade de água nos distintos corpos hídricos.

O Uruguai e o Brasil, ambos os países localizados na Bacia do Rio da Prata, com seus tratados e acordos, têm afirmado e reiterado a necessidade de uma conveniência conjunta relacionada à utilização e à gestão do recurso hídrico, que no sentido de beneficiar todos os cidadãos que vivem na Bacia hidrográfica do Rio Quaraí/Cuareím. As principais razões para a gestão coordenada, da Bacia Hidrográfica Transfronteiriça do Rio Quaraí/Cuareím são:

- A. Aumento da concorrência para a utilização dos recursos hídricos;
- B. A expansão da ocupação da várzea por colonos e produtores das cidades e das zonas rurais;
- C. O aumento do número de usuários e de lotes de obras que utilizam as águas da bacia;
- D. A utilização dos cursos de água da bacia para receber descargas de resíduos e outros processos industriais semelhantes, ocasionando a diminuição na oferta dela para a população;
- E. O aumento da severidade do impacto de fenômenos naturais extremos como secas e inundações, com os fenômenos adicionais efetuar mudanças no clima global;
- F. As recomendações decorrentes das conferências e fóruns internacionais sobre água, incentivando os países a estabelecer mecanismos e procedimentos para gestão compartilhada das bacias transfronteiriças.

Em relação à Bacia hidrográfica do Rio Quaraí/Cuareím existem grupos de trabalho bilateral (comissão mista) com poderes representantes definidos e designados, que têm a prerrogativa de harmonizar os planos e ações propostas para adaptar-se à legislação instituições já existentes capazes de executá-los. Este é o ponto de partida para harmonizar quaisquer ações de ambos os países na gestão da bacia compartilhada e implementar essas políticas e legislação.

O aspecto crucial da aplicação da legislação não tem sido suficientemente frequentado ou subestimou a sua complexidade. As dificuldades em torno da gestão integrada da Bacia hidrográfica do Rio Quaraí/Cuareím não derivado de deficiências legais ou institucionais, mas o fracasso na implementação dos mecanismos previstos. Em relação às funções básicas da Comissão Mista uruguaia brasileira para o desenvolvimento da Bacia hidrográfica do Rio Quaraí/Cuareím, pode-se mencionar:

- A. Coordenar a gestão e uso da água;
- B. Recomendar os planos de gestão para recursos hídricos e usos múltiplos na bacia;
- C. Administrar os conflitos que são gerados entre os usuários devidamente registrados;
- D. Mediar os conflitos entre usuários;
- E. Receber as queixas ou denúncias referentes à existência de obras de represamento ou descargas não autorizadas que afetam negativamente os usuários devidamente registrados acerca das águas na bacia ou o ambiente em geral;
- F. Recomendar ou relatar arquivos sobre as sanções violações, de acordo com a legislação em vigor em cada país;
- G. Fazer as ligações com outras instituições envolvidas no fornecimento e recepcionar os dados e informações para identificar e promover ações de interesse comum;

- H. Gerenciar um “Sistema de Informações da Água na Bacia Hidrográfica”, e mantê-lo acessível para a população em geral;
- I. Gerar uma “Atualização do Inventário da Recuperação da Água” e dos direitos para o uso e despejo na bacia;
- J. Planejar e desenvolver atividades que tendem a difusão de regulamentos sobre a gestão dos recursos naturais;
- K. Analisar, manter ou alterar fluxos específicos existentes para prato principal na concessão de direitos de uso da água para o caso de secas e inundações.

A estrutura da Comissão Mista está baseada em duas subcomissões, sendo elas: a Comisión do Rio Cuareím (CRC) e a Agência de Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Quaraí/Cuareím (ACRC), onde cada uma delas possui uma função específica. Tanto a Comissão quanto a Agência de Águas da Bacia Hidrográfica (BH) do Rio Quaraí/ Cuareím possuem atividades importantes para a gestão compartilhada da BH. Entre elas pode-se citar: gerenciar a documentação da bacia, as trocas de informações referentes a ela e monitoramento contínuo da mesma e dentre outras.

Evidencia-se que a questão do gerenciamento integrado de bacias hidrográficas transfronteiriças é uma temática essencial nos debates acadêmicos e científicos. A necessidade de colocá-la em pauta fomenta a busca por um diálogo entre dois os mais países localizados em regiões fronteiriças. A existência da Comissão Mista da Bacia hidrográfica transfronteiriça do Rio Quaraí/Cuareím e da Nova Agenda, demonstram a preocupação de ambos países, Brasil e Uruguai, em buscarem entrar num consenso, na gestão integrada deste recurso natural. Há a necessidade, de a médio ou longo prazo, colocá-las, cada vez mais, em prática.

#### 4.2 SISTEMA DE GESTÃO VIGENTE

O sistema vigente é dividido em duas partes, uruguaia e brasileira. A gestão uruguaia, com a outorga controlada pela Junta de Riego do Departamento de Artigas, que segue o critério de uma vazão específica fixa estabelecida no Acordo. A gestão brasileira, dividida em uma gestão federal, das águas do rio principal, que é de responsabilidade da Agência Nacional de Águas; uma gestão estadual, que se inicia efetivamente com a atuação do Comitê de Águas Estaduais, implantado em 2010; e uma Agência de Região Hidrográfica, sem prazo para ser implantada. Atualmente, a gestão é feita com o uso de autorizações temporárias. Os principais instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos são estabelecidos pela legislação federal, que são os mesmos estabelecidos pela lei estadual:

- A. Outorga de uso da água;
- B. Classificação de corpos d’água;
- C. Plano de bacia;
- D. Cobrança pelo uso da água;
- E. Sistema de informações

Na bacia do rio Quaraí, há um duplo domínio, pois, o rio principal é de domínio da União e os afluentes são de domínio do Estado, assim como as águas subterrâneas. A atual carência de estrutura do DRH e a falta de agência estadual ou da região do rio Uruguai impede a realização de um completo processo de outorga, **sendo concedidas autorizações precárias**. Em relação à calha principal, a ANA estruturou o processo de outorga. A FEPAM emite as licenças ambientais para os usuários de água, mas a classificação dos corpos de água via enquadramento ainda não concluída, embora tenha-se noção de que o rio principal expresse classe 2. O Comitê de Bacia existente, sobretudo, tende a ser diretamente responsável pela gestão dos afluentes, mas não sobre a totalidade do que ocorre no rio principal. A participação pública é assegurada no Comitê e nas consultas públicas realizadas por este.

A questão da estrutura de gestão é indicada em todos os momentos de planificação como um dos principais entraves ao desenvolvimento sustentável da bacia. A sociedade organizada entende que a gestão local deve permitir um desenvolvimento mais harmônico e sustentável, situação na qual os problemas atuais podem ser solucionados de forma mais rápida e eficiente. O processo de criação do Comitê das Águas Estaduais mostrou a maturidade e a capacidade de organização e discussão da população organizada da bacia. A partir disto, propôs-se a inclusão do Comitê no arranjo institucional do Acordo e a substituição da coordenação da delegação brasileira por um representante da região. Essa estratégia tem como atividades básicas a implantação efetiva da outorga, o início da cobrança pelo uso da água, a alteração dos critérios de outorga nos dois países, a implementação da manutenção de uma base hidrológica-climatológica comum e o uso de um único modelo de gestão hidrológica, com capacidade de simular o comportamento da bacia considerando o atendimento das demandas atendidas e das barragens implantadas.

A obtenção desta gestão autônoma passa pela criação de duas estruturas ainda inexistentes: o Comitê Federal, para gerenciar o rio Quaraí, e a Agência de Região Hidrográfica para atender aos afluentes gaúchos da bacia. Destes, o Comitê Federal parece ser o de mais fácil concretização. De acordo com o Art. 39 da Lei Federal nº 9.433 de 1997, os Comitês de Bacia Hidrográfica são compostos por representantes:

- I. da União;



- II. dos Estados e do Distrito Federal cujos territórios se situem, ainda que parcialmente, em suas respectivas áreas de atuação;
- III. dos Municípios situados, no todo ou em parte, em sua área de atuação;
- IV. dos usuários das águas de sua área de atuação;
- V. das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia.
  - a. § 1º O número de representantes de cada setor mencionado neste artigo, bem como os critérios para sua indicação, será estabelecido nos regimentos dos comitês, limitada a representação dos poderes executivos da União, Estados, Distrito Federal e Municípios à metade do total de membros.
  - b. § 2º Nos Comitês de Bacia Hidrográfica de bacias de rios fronteira e transfronteira de gestão compartilhada, a representação da União deverá incluir um representante do Ministério das Relações Exteriores.

Analisando a composição do Comitê de Gerenciamento das Águas Estaduais da Bacia Hidrográfica do Rio Quaraí, verifica-se que o mesmo pode ser a base para a criação do Comitê Federal, com a incorporação de um representante da União e outro do Ministério das Relações Exteriores.

As agências de região hidrográfica estão previstas no artigo 20 da Lei 10.350 de 1994. O Conselho Estadual de Recursos Hídricos aprovou a Resolução CRH/RS 08, de 19 de novembro de 2002, que trata de minuta de projeto de Lei que regulamenta as Agências de Região Hidrográfica no estado do Rio Grande do Sul. O trecho da resolução é o seguinte:

Art. 1º - Ficam instituídas as Agências de Região Hidrográfica no Estado do Rio Grande do Sul, respectivamente a Agência da Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba, a Agência da Região Hidrográfica da Bacia do Uruguai e a Agência da Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas, com personalidade institucional e jurídica de Fundação, vinculadas à Secretaria Estadual do Meio Ambiente, integrando o Sistema Estadual de Recursos Hídricos instituído pela Lei Estadual no 10.350, de 30 de dezembro de 1994.

Parágrafo Único - As Agências de Região Hidrográfica serão regidas pela Lei Estadual nº 10.350 de 1994, por esta Lei e por Estatutos a serem propostos pelo Conselho de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Sul.

Art. 2º - Caberá as Agências de Região Hidrográfica, prestar o apoio técnico ao Sistema Estadual de Recursos Hídricos, incluindo, entre suas atribuições:

- I. assessorar tecnicamente os Comitês de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica na elaboração de proposições relativas ao Plano Estadual de Recursos Hídricos, no preparo dos Planos de Bacia Hidrográfica, bem como preparo dos Planos de Bacia Hidrográfica, bem como na tomada de decisões políticas que demandem estudos técnicos;
- II. subsidiar os comitês com estudos técnicos econômicos e financeiros necessários à fixação dos valores de cobrança pelo uso da água e rateio de custos de obras de interesse comum da bacia hidrográfica;
- III. subsidiar os comitês na proposição de enquadramento dos corpos de água da bacia em classes de uso e conservação;
- IV. subsidiar o Departamento de Recursos Hídricos na elaboração do relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos do Estado e do Plano Estadual de Recursos Hídricos;
- V. manter e operar os equipamentos e mecanismos de gestão dos recursos hídricos mencionados no artigo 11, II, b).
- VI. arrecadar e aplicar os valores correspondentes à cobrança pelo uso da água de acordo com o Plano de cada bacia hidrográfica

Art. 3º - Para o cumprimento do objetivo discriminado no Artigo 2º, compete às Agências:

- I. No enquadramento dos recursos hídricos segundo as classes de uso (definição dos usos futuros das águas da bacia) caberá:
  - a. realizar o levantamento dos usos do solo e da água;
  - b. apoiar o processo de mobilização, informação e participação social;
  - c. identificar os interesses da sociedade e elaborar a proposta inicial de enquadramento.
- II. Nos Planos de Bacia Hidrográfica caberá:
  - a. elaborar o inventário técnico;
  - b. realizar a configuração de cenários atual e futuro e identificação de conflitos;
  - c. apoiar o processo de mobilização, informação e participação social;
  - d. subsidiar aos comitês da respectiva Região Hidrográfica na elaboração dos planos de ação a serem implementados;
  - e. realizar de projeto de cobrança pelo uso da água.
- III. No Plano Estadual de Recursos Hídricos, caberá:
  - a. efetuar a estruturação das propostas das bacias da Região Hidrográfica, subsidiando o Departamento de Recursos Hídricos quanto a compatibilização das propostas entre si, com os planos estaduais setoriais e de desenvolvimento e com os planos e acordos nacionais e internacionais;
  - b. dar subsídios ao Departamento de Recursos Hídricos para a proposição de tarifa mínima.
- IV. No Relatório Anual sobre recursos hídricos:
  - a. realizar a operação e manutenção da rede de monitoramento da quantidade de água nas bacias

- hidrográficas da Região Hidrográfica correspondente;
  - b. efetuar a avaliação da situação quantitativa dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas;
  - c. identificar conflitos de uso por bacia hidrográfica;
  - d. efetuar o inventário do estado da arte do processo político e institucional de gestão da água em cada bacia hidrográfica.
- V. Na outorga do direito de uso da água, caberá:
- a. realizar a instalação, operação e manutenção dos equipamentos necessários para a emissão e acompanhamento da outorga por bacia hidrográfica;
  - b. dar subsídios ao Departamento de Recursos Hídricos e aos Comitês das Bacias da Região Hidrográfica, para a determinação, por bacia hidrográfica, da vazão mínima para dispensa de outorga, bem como estudo de parâmetros técnicos condicionantes da mesma;
  - c. consolidar, por bacia hidrográfica, a hierarquia de usos para fins de outorga, a partir do Enquadramento e prioridades definidas pelos Comitês nos Planos de Bacia;
- VI. Na cobrança pelo uso da água, caberá:
- a. realizar a efetivação da cobrança pelo uso da água e aplicação dos recursos arrecadados no âmbito de cada bacia da Região Hidrográfica conforme a Lei 10.350/94 e segundo as determinações dos Comitês;
- VII. No rateio de custos, caberá:
- a. subsidiar os Comitês de Bacia para realizarem a negociação referente ao rateio de custos de obras de usos múltiplos ou de interesse comum ou coletivo.

Art. 5º - Os recursos financeiros de que dispõem as Agências são de duas ordens:

- I. recursos financeiros destinados a repasse aos usuários (agentes utilizadores dos recursos hídricos da bacia) para a realização das intervenções (estruturais e não estruturais) decididas pelos Comitês dentro dos seus Planos de Bacia provenientes das seguintes fontes, entre outras:
  - a. arrecadação proveniente da cobrança pelo uso dos recursos hídricos de cada bacia integrante da Região Hidrográfica, nos termos da Lei 10.350/94, Art. 32. inciso I;

Art. 18 - Enquanto a cobrança pelo uso dos recursos hídricos não assegurar a viabilidade financeira das Agências, caberá preferencialmente ao Fundo de Investimentos em Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Sul o seu custeio.

Art. 19 - As Agências terão duração por prazo indeterminado e, em caso de sua extinção, todos os seus bens reverterão ao órgão sucedâneo ou ao patrimônio do Estado.

#### 4.3 DEBILIDADES E FORTALEZAS DO SISTEMA ATUAL DE GESTÃO

O sistema atual ainda não é totalmente efetivo na gestão da bacia, ainda precisando de aprimoramentos que permitam avançar na minimização dos conflitos pelo uso da água e conservação dos recursos naturais. Os problemas da institucionalização do Acordo, instrumento máximo de gestão, são:

- A. A divisão das responsabilidades da gestão das águas da banda brasileira (ríos estaduais e río federal) → são duas instituições distintas para a outorga de uso.
- B. A falta de recursos específicos para a bacia;
- C. A burocracia para os investimentos no leito do río Cuareim-Quaraí;
- D. A demora em implementar decisões do Comité de Coordenação Local, como o sistema de alerta contra as enchentes.

Como outras debilidades que não se relacionam com o Acordo, tem-se que a participação cidadã não era prevista na legislação uruguaia, o que poderia favorecer o domínio da visão dos setores usuários de água na gestão dos recursos hídricos; a debilidade administrativa da Agência Nacional de Águas, que é responsável pela outorga no leito principal por parte do Brasil, mas não tem agentes atuantes na bacia; as distintas legislações ambientais dos dois países; as trocas frequentes na direção política nos níveis nacionais e estaduais no dois países. Por fim, as fortalezas resumem-se a:

- A. Boa relação entre as pessoas que habitam a bacia, com que os conflitos não assumem maiores dimensões;
- B. Ambiente de respeito e dialogo que se mantem entre as instituições e governos;
- C. Facilidade de comunicação;
- D. Familiaridade dos meios físico, biótico e econômico.

#### 4.4 REFERÊNCIAS UTILIZADAS E CONSULTADAS

ARCELUS, A.; GOLDENFUM, J. Avrucho Proyecto Piloto de G Cuenca del Río Cuareim. Informe Final. OMM/GWP. Uruguay (2005).

BERVIG, A. A.; FOLETO, E. M. A bacia hidrográfica transfronteiriça do Rio Quaraí/Cuareim: uma visão do gerenciamento integrado. REMOA, v. 14, n.3, p.3326-3334, 2014.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Meio Ambiente. Resolução n° 75, de 20 de outubro de 2010. Aprova o regimento interno do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Quaraí. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201804/16095347-resolucao-crh-74-2010-aprova-regimento-interno-comite-butui-icamaqua.pdf>>. Acesso em: 16/05/2018.

## 5. CONCLUSÃO DO DIAGNÓSTICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO QUARAI

O problema central identificado foi a falta de um plano estratégico para a bacia. A solução para este problema passa pela elaboração de um diagnóstico atual e o desenvolvimento de cenários. Do último plano até esta revisão, prevalecem as seguintes dificuldades para ter uma estrutura autônoma na bacia, que são:

- A. A dependência da diplomacia;
- B. As diferenças entre as legislações dos dois países e dentro do Brasil, em especial o que diz respeito a cobrança, outorga e legislação ambiental, que não conseguem apreender entre si devido rigor sobre os usos múltiplos e processos associados;
- C. As diferentes estruturas de gestão das águas entre os dois países - na época, Junta de Riego (ROU) e comitê de bacia (Brasil);
- D. A falta de uma estrutura adequada e de uma equipe técnico-administrativa para sustentar a gestão compartilhada, como é o caso claro de existência de uma Agência da Bacia Hidrográfica do rio Quaraí;
- E. O compartilhamento dos custos dos investimentos necessários, a ser implemento via cobrança pelo uso de água, mas que é necessário adequar também a legislação uruguaia para tanto, no sentido de ser justo.

Nitidamente, os objetivos de uma gestão compartilhada e efetiva da bacia do rio Cuareim-Quaraí devem visar a conservação dos recursos naturais e a estabilidade econômica da população. Para isso, uma das esferas de trabalho que requer atenção é com o aumento dos esforços para a mitigação dos efeitos de enchentes e secas. Os desafios gerais são da otimização do uso da água, manutenção de uma vazão mínima durante todo o ano que permite a captação para fins de irrigação e outros usos, como também para manutenção de espécies aquáticas.

Entretanto, a concepção de água disponível não pode ser focada somente no rio principal, afluentes, ou numa eventual dependência de chuvas. Isso desconsidera totalmente a conexão hidrológica que existe nos elementos da bacia hidrográfica, como divisores geográficos, divisores freáticos, encostas e solos. Um deles, o solo, é cientificamente reconhecido como um grande reservatório de água também, cujos mecanismos peculiares que o capacitam para tanto devem ser plenamente compreendidos. Tal consideração é principalmente pautada na percepção sobre a grande capacidade de solos em áreas preservadas com vegetação ripária, reserva legal e outras, realizarem um serviço ambiental de estocagem de água, que concede ao ecossistema, sobre a sua superfície, a possibilidade de exercer suas funções naturais. Muitos açudes e reservatórios construídos na bacia hidrográfica, indiretamente geraram esse ativo ambiental, beneficiando um ecossistema cujo padrão de existência seria improvável sem a água armazenada. Tal assertiva corrobora no raciocínio da dinâmica subsuperficial de água no solo, que deve ser ponderada em estudos mais aprofundados da perspectiva de um serviço ambiental.

Considerando o diagnóstico da perspectiva social, a participação cidadã em todas as etapas de planificação e decisão sobre o uso da água da bacia deve seguir um princípio de conscientização muito maior da existência do comitê. Após, deve-se partir para a fixação do reconhecimento do valor econômico da água, especialmente pautada nas nuances de déficit e excesso que a bacia hidrográfica do rio Quaraí frequentemente enfrenta. O estabelecimento de padrões mínimos de qualidade da água também deve disseminados junto a população, no sentido de desdobrar conhecimentos básicos sobre este assunto. Por fim, a cobrança pelo uso da água deve ser abordada, porém apenas no momento em que a sua estrutura operacional estiver concluída, deixando claro reinvestimento na bacia em benefício da própria.

Na parte técnico-econômica, a cobrança pelo uso da água ainda não foi definida, mas está prevista no plano. Um dos fatores que induz considerações sobre o modo de precificar o uso da água é o monitoramento da qualidade dos cursos d'água, que não é realizado de forma constante, exceto pelas análises realizadas pela CORSAN e DAE. Do lado uruguaio, há o monitoramento realizado pela OSE. Por fim, o sistema de informações nacional sobre recursos hídricos existe sediado na ANA, mas a densidade de estações fluviométricas e pluviométricas é inferior à recomendada. Novas estações estão previstas, a partir da demanda do Comitê.

Para propor um enquadramento do rio principal da bacia, utilizando critérios claros e ajustados entre as partes de qualidade da água, é necessário não apenas o monitoramento do rio principal, mas a quantificação dos principais parâmetros de qualidade da água (vide item sobre conceitos destes no diagnóstico) dos importantes afluentes, que se integram como sub-bacias. Tais parâmetros corroboram a Resolução CONAMA 357/2005, que preconiza os padrões de qualidade da água para enquadramento em forma de classes dos corpos hídricos do Brasil. Uma vez que estabelece o nível de qualidade a ser atingido e/ou mantido em um determinado segmento do rio ao longo do tempo, o enquadramento é considerado um instrumento de planificação do meio ambiente. Ademais, é necessário aproveitá-lo como um instrumento de planificação estratégico, de longo prazo, que deverá ser promovido de forma gradual como um importante agregador de valor a região,

pela clara preservação que mesma visa manter. Ainda, o enquadramento do rio principal tende a ser visto como um padrão de qualidade, respeitado por instituições responsáveis pela outorga, ANA e DRH.

Por fim, resumidamente, isolando os desafios acima, esta revisão constatou-se a necessidade de gerar melhores informações quanto aos seguintes itens:

- A. Caracterização fisiográfica da bacia;
- B. Educação ambiental;
- C. Índice de biodiversidade;
- D. Índice de qualidade de água – IQA;
- E. Estudo sobre temperatura, radiação solar, umidade e evaporação;
- F. Estudo para conversão das séries históricas de chuva em vazão;
- G. Estudo sobre Serviços Ambientais efetuados na área da bacia hidrográfica do rio Quaraí.

## 6. PROGNÓSTICO E PROPOSTAS

A gestão em uma bacia, para tomada de decisão, deve levantar estudos que envolvam, clima, precipitação, rede de drenagem, hidrologia do solo, serviços ambientais e qualidade da água. Isso é que possibilita o uso adequado da água e otimiza o uso dos recursos naturais, além de expressar a verdade local sobre usos múltiplos. Embora este aspecto seja a essência para a gestão, é fundamental também a cooperação de órgãos, setores e autoridades para que a bacia hidrográfica seja uma unidade de gestão ambiental, como também possa atender às necessidades da comunidade. Planos de saneamento e de gestão de resíduos são ferramentas adjacentes ao plano de bacia que se tornam muito úteis para o exposto. Sobretudo, salienta-se que para não se tornar pouco eficaz a gestão participativa, o controle social deve encontrar meios contínuos e ordenados para praticar educação ambiental voltada a preservação de aspectos secundários na bacia do rio Quaraí, acessíveis a estes.

A gestão de recursos hídricos e ambiental com a bacia hidrográfica, como unidade de planejamento, é necessária. Entretanto, ela requer base informacional, bem como a compreensão e colaboração da comunidade, pois suas delimitações assumem amplitudes maiores que a de propriedades territoriais entre estados e países, sendo esse um entrave na administração das águas. Esse obstáculo pode promover a disputa pelo uso da água de um rio entre poderes distintos, principalmente quando o rio é um divisor político (BERNARDI et al., 2012).

Assim, torna-se necessária a cogestão, em que todos aqueles que têm direito de uso da água podem opinar na forma que o recurso hídrico e ambiental possa ser utilizado. Esse aspecto remete aos comitês das regiões hidrográficas integrarem a sociedade, com a finalidade de estabelecer programas, implantação de tecnologias e estudos de casos de modo a gerar o uso adequado e sustentável dos recursos disponíveis. Por fim, cabe destacar que algumas propostas de foram genericamente realizadas através do Programa Marco, em especial avanços de cunho técnico, participação social e educação ambiental.

### 6.1 PREPONDERÂNCIA DAS ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS, COMÉRCIO TRANSFRONTEIRIÇO E DIVERSIFICAÇÃO GRADUAL DAS ATIVIDADES GERADORAS DE RENDA

Pela expansão da orizicultura no final da década de 70, a economia regional teria mergulhado em uma crise mais profunda, possivelmente forçando a migração para outras áreas. A tendência, pois, é de que, nos horizontes desta análise prospectiva, as atividades correspondentes ao setor primário mantenham-se como base da economia regional e seja a protagonista pelo giro da cadeia secundária. Porém, já não se pode dizer que a referida base para a região hidrográfica do rio Quaraí esteja adequadamente sustentada, porque a muito tempo o setor primário tem estado gradativamente mais depreciado, com menos produtores em campo, mais dívidas acumuladas sobre estes, oriundas do alto custo de produção e ausência de incentivos.

A região ora em exame, na fronteira com o Uruguai (pelo rio Quaraí) e com a Argentina (pelo rio Uruguai) - dois países participantes do MERCOSUL, pelo que se pode recolher, também anima a melhor expectativa quanto às possibilidades que o processo de integração possa favorecer. Sabe-se que, por iniciativa de produtores brasileiros, as áreas cultivadas com arroz estão expandindo na Argentina e no Uruguai, nas zonas próximas à fronteira, denotando uma modalidade de integração efetiva. As maiores dificuldades, segundo empresários locais, se referem aos trâmites burocráticos nas aduanas, cuja lentidão e complexidade (diferenças nas legislações nacionais) ainda representa uma virtual barreira alfandegária. O comércio transfronteiriço, cujo sentido oscila segundo as condições relativas de câmbio e de vários outros aspectos, continuará a existir, notando-se o crescimento do setor informal. Assim, o processo de integração, seja no marco definido formalmente pelo MERCOSUL, seja pelos procedimentos tradicionais e informais nas áreas de fronteira, tenderá a ampliar sua influência na Área de Estudo.

Quanto a diversificação gradual das atividades produtivas, com bastante ênfase, as lideranças regionais têm reiterado a necessidade de diversificação das atividades produtivas, ampliando-se as alternativas econômicas. Certamente, a situação crítica da orizicultura na atualidade, aliada ao baixo rendimento econômico da pecuária extensiva, torna evidente a conveniência de um modelo produtivo mais aberto. Contudo, a diversificação somente ocorrerá seguindo um processo

gradual, não havendo como, abruptamente, implementar-se alternativas que possam compensar as perdas econômicas consequentes do modelo arroz-pecuária extensiva.

## 6.2 PARTICIPAÇÃO SOCIAL

Em 2010, o Comitê Quaraí decidiu realizar a montagem do Plano de Bacia. Para isso, propôs a construção de um cenário desejado a partir da manifestação da sociedade. Para ouvir a comunidade, foram organizados dois eventos específicos, um em Quaraí, com convites estendidos à população de Santana do Livramento, e outro em Barra do Quaraí, com alcance à população de Uruguiana. A pergunta básica que foi realizada à platéia foi: “Qual o rio que queremos em 2030?”. Por se tratar de visões para daqui a 12 anos, a manifestação da sociedade apresentada a seguir, possibilitou a estruturação do cenário desejado a ser atingido em pouco mais de uma década. As manifestações foram organizadas em sete grupos para retirar as falas duplicadas:

### Grupo 1 – Qualidade da água

- A. Rio limpo sem resíduos poluentes.
- B. Sem poluição.
- C. Monitoramento qualitativo e quantitativo.
- D. Rio com vida.
- E. Água limpa com condições de vida aquática para pesca, lazer, etc.
- F. O que queremos é a limpeza do rio Quaraí. Que ele volte a ser o rio de 50 anos atrás, onde pessoas coletavam água para o consumo humano, e podia-se tomar banho sem o risco de contaminação. Criação de medidas que conscientizem a população e as autoridades sobre a importância da preservação ambiental.
- G. As águas devem ser limpas, claras, cristalinas sem nenhum tipo de poluição. O rio deve ser desassoreado, sem nenhum tipo de arbustos e lixos, que contribuem para o assoreamento.
- H. Nós queremos para breve e não apenas para 2030: a limpeza do rio Quaraí, trabalhar uma cultura de respeito e participação da população em relação ao uso da água em todas as instâncias.

### Grupo 2 – Quantidade de água

- A. Rio com vazão permanente.
- B. Capacidade de irrigar lavouras com levantes outorgados.
- C. Capacidade de abastecimento público.
- D. Rio sempre com água, com peixes.
- E. Rios que as águas correm livres são menos poluídos, porque não permite que o lixo fique depositado no seu leito.

### Grupo 3 – Conservação ambiental

- A. Preservação da mata ciliar nativa para prevenir contra erosão das margens.
- B. Ecossistema da bacia preservado.
- C. Proteção das nascentes.
- D. O rio necessita ser cuidado, mas sempre respeitando o meio ambiente, conservando a fauna e a flora.
- E. As margens do rio devem ser preservadas para que não ocorra a erosão.
- F. Barrancas seguras menos deslizamentos de terra para assorear o leito do rio.

### Grupo 4 – Saneamento ambiental

- A. Controle da rede de esgoto.
- B. Com esgoto coletado e tratado.
- C. Sem lixos.
- D. Implantar sistema de resíduos seletivamente, estimulando a segregação (compostagem doméstica).
- E. Separação do esgoto pluvial do cloacal.

### Grupo 5 – Cheias

- A. Alerta contra enchentes, controle das cheias.
- B. Controle de cheias.
- C. Alerta para cheias.

### Grupo 6 – Sustentabilidade e educação ambiental



- A. Projetos sustentáveis para proteção da bacia.
- B. Conscientização da população.
- C. Sistema de educação ambiental ligado ao plano de bacia.
- D. Fiscalização ambiental efetiva.

#### Grupo 7 – Integração e desenvolvimento regional

- A. Fazer valer plano diretor em consonância com plano de bacia
- B. Regularização fundiária urbana com reassentamento dos moradores irregulares
- C. Incentivo do turismo dentro da bacia
- D. Promover integração com uruguaios integrando-os ao plano
- E. Trabalho em conjunto com entidades como: prefeitura municipal, EMATER, CORSAN e demais entidades participativas do município. Destacando que o trabalho deve ser comprometido com a prática e não só com a teoria.

Ao longo da bacia hidrográfica do rio Quaraí, em especial na Barra do Quaraí, a participação social também ocorre por meio da representação pela ONG Atelier Saladero. Há duas décadas a referida entidade trabalha em prol da mescla entre cultura e do meio ambiente na Tríplice Fronteira (Brasil, Uruguai e Argentina). Tem sido assertiva tanto pelas suas ações quanto pelo reconhecido acervo de projetos, informações e experiências partilhadas em âmbito trinacional com o Movimento Transfronteiriço que fundou em Barra do Quaraí-RS no ano de 2004. Nesse sentido, a seguir tem-se a síntese de algumas propostas pretendidas pela referida ONG, para melhorar a participação social e aumentar o teor cultural da população quanto aos recursos naturais e seus elementos associados.

#### 6.2.1 Monitoramento do Mexilhão Dourado

A ONG Atelier Saladero pretende também dar seguimento ao estudo e análise da metamorfose do Mexilhão Dourado (*Limnoperna fortunei*) com base nos estudos do Prof. Gustavo Darrigran (Professor da Cátedra Biología de Invertebrados da Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina). No dia 8 de outubro de 2007, o Prof. Gustavo Darrigran reuniu-se, em Bella Unión, com a Diretoria da ONG Atelier Saladero e assinaram um Acordo de Cooperação Científica para monitorar o Mexilhão Dourado em águas trinacionais. Na Ilha Brasileira é visível o volume de mexilhões dourados, entranhados nas raízes expostas das árvores. A infestação consome a flora e provoca danos até às bombas de sucção. A situação de desequilíbrio evidente do meio ambiente não recebeu resposta de autoridades brasileiras. Por isso, buscou-se na Universidade de La Plata, na Argentina, por meio do Prof. Darrigran, respostas aos fenômenos com a realização de análises que apontem a oxigenação das águas, adaptação e transformação dos moluscos em nossas águas. Darrigran foi quem identificou essa espécie vinda da Ásia em Buenos Aires. Em reunião com técnicos da CARU (Comissão Administradora do Rio Uruguai (Uruguai-Argentina), na UNIPAMPA, Campus Uruguiana, em junho de 2017, foi relatado que as turbinas de Salto Grande são desligadas por um dia ao ano para limpeza, de onde se retiram toneladas de Mexilhão Dourado que ocasionam um prejuízo financeiro na ordem de 1 milhão de dólares.

Logo, o objetivo da presente proposta é investigar a potencial expansão do Mexilhão Dourado, bem como detectar meios de prevenção e/ou controle dessa espécie, que causa muitos problemas ambientais, sociais e econômicos. A área de atuação será no Rio Quaraí, desde o Pai-Passo à Ilha Brasileira. Como ações tem-se o monitoramento periódico do rio Quaraí, com registros fotográficos, filmagens, documentários, elaboração de relatórios e pareceres. Os recursos necessários serão os seguintes: I) 1 barco Marajó (7 metros com 6 lugares); II) 1 motor 70 HP; III) 6 coletes salva-vidas; IV) 1 notebook. A contrapartida da ONG Atelier Saladero será: Recursos humanos (biólogos, técnicos ambientais), máquinas fotográficas, filmadoras, softwares para edição de vídeos e imagens, produção textual, elaboração de artigos, catálogos e material documental sobre a região.

#### 6.2.2 Rota Saladero

O Saladero é um termo castelhano, platino, típico do oeste gaúcho. É um tipo de estabelecimento que usa métodos industrializados. O Saladero da Barra do Quaraí (1880 – 1930) foi um dos maiores e mais importantes empreendimentos de beneficiamento do charque que existiu na fronteira com o Uruguai e a Argentina. Nessa época, o charque era o produto mais importante da economia do Rio Grande do Sul. Uma das causas de Revolução Farroupilha que terminou em 1845 foi a cobrança, pelo governo Imperial, de taxas extorsivas sobre o charque gaúcho. O local possuía grande importância para a economia regional que poderia se beneficiar com um porto, ligado às duas capitais platinas, Montevideu e Buenos Aires.

Com as novas tecnologias de industrialização propostas pelos ingleses, um novo cenário se configura na região das grandes estâncias de gado da fronteira oeste. Pecuaristas brasileiros, uruguaios e argentinos começam a se interessar pela criação de um complexo saladeril para beneficiar o charque. A idéia era sair do sistema primário de charqueadas, no sentido de industrializar a mesma. Ao lado da Barra do Quaraí, Uruguiana possuía uma grande importância para a economia regional que poderia se beneficiar com um porto, ligado principalmente às duas capitais platinas, Montevideu e Buenos Aires.

Um novo cenário se configura na fronteira oeste a partir da chegada de vários comerciantes, tanto brasileiros quanto uruguaios e argentinos. Estes vieram atrás de ganhos pela facilidade das transações fronteiriças em geral, em especial pela facilidade de atravessar o gado para o outro lado da linha fronteiriça, decorrentes variações hidrológicas observadas no rio Quaraí. O Saladero às margens da Barra do Quaraí foi o primeiro a entrar em operação em 1887. Havia em Barra do Quaraí, um saladero que produzia charque e com as novas tecnologias, passou a produzir conservas, queijos, massas e até mesmo velas. Composto por um complexo de edificações destinadas as diferentes etapas do processo de beneficiamento da carne, conjuga-se à este uma estrutura habitacional, que figura entre os papéis de “casa de negócios” bem como de núcleo residencial. Resultado de um empreendimento privado, o Saladero da Barra do Quaraí indica o início da implantação de investimentos massivos nos setores de produção industrial e infra-estrutura.

Registros indicam 60 mil abates por ano a atividade no Saladero. Os produtos elaborados no Saladero se exportavam para o Prata e sem grandes dificuldades destinados à Europa, onde eram consumidos vários produtos de procedência rio-grandense. Por consequência das atividades do saladeiro, ocorreram também iniciativas do capital privado, como a Fábrica de Queijos de Lagraña & Cia. (1896), o Curtume do Cel Lagraña (1901), bem como a Fábrica de Velas de João Perú & Cia. Com a criação dos novos frigoríficos, o Saladero da Barra do Quaraí começa a declinar. Assim, em 1927, como a medida protecionista do governo brasileiro, o charque foi desnacionalizado, sendo proibida a entrada do charque que viesse do porto de Montevidéu. Os vestígios materiais que fazem parte do complexo saladeril em Barra do Quaraí demonstram que os registros históricos possuem respaldo arqueológico, uma vez que as estruturas localizadas e identificadas chamam atenção pelas dimensões que atingem.

Observar o registro material como uma expressão de sua época, pode redimensionar o potencial uma vez instaurado no município de Barra do Quaraí, e quem sabe, redefinir uma nova orientação econômica, agora voltada para o turismo histórico. Isso porque, muito da formação da identidade do homem da fronteira ocorreu oriunda das atividades anteriormente mencionadas nas margens do Rio Quaraí. Diante do exposto, a proposta Rota Saladero visa um trabalho de pesquisa e extensão contextualizada no cenário fronteiriço e platino. O público alvo serão professores da rede pública de Barra do Quaraí, Quaraí, Uruguiana e Santana do Livramento, como também profissionais vinculados e indivíduos que buscam absorver a cultura local. Especificamente para os professores, tem-se a confecção de um plano de aula de formação continuada dos professores da rede pública sobre resgate histórico regional através do ambiente e do Rio Quaraí.

Como programação inicialmente formada para a proposta, tem-se o seguinte: 1º mês - Planejamento da ação, mesa redonda de identificação da história local, planejamento e agenda de reuniões com as secretarias municipais de educação das 4 cidades; 2º mês - criar o plano de aula, documentários locais e regionais; 3º mês - executar o projeto juntos aos respectivos corpos docentes das cidades; 4º, 5º e 6º meses - acompanhamento do projeto. A estimativa de recursos necessários é de R\$ 10.000,00 (dez mil reais). O período estimativo para conclusão total das atividades, incluindo registro e publicidade final é de 6 meses.

### **6.2.3 Ilha Brasileira, o coração da Tríplice Fronteira (Brasil, Uruguai, Argentina)**

A ilha Brasileira é um santuário ecológico, localizada na foz do rio Quaraí, no ponto extremo oeste do Rio Grande do Sul, com uma área aproximada de 200 hectares, representa 9 pontos trinacionais mais austral do planeta (entre Brasil, Uruguai e Argentina) e, por isso mesmo, de extrema importância estratégica. O local possui uma complexidade que impressiona pela sua diversidade e riqueza, especialmente, por estar localizada na foz do rio Quaraí, entre os municípios de Barra do Quaraí (RS-Brasil), Monte Caseros (Corrientes — Argentina) e Bella Union (Artigas - Uruguai), materializando em si o simbolismo da integração cultural e ambiental das comunidades fronteiriças.

O projeto pretende ministrar cursos de capacitação cultural e de educação ambiental para a comunidade de pescadores, alunos e professores do município de Barra do Quaraí, com o objetivo de fazer conhecer o patrimônio cultural e ambiental da única tríplice fronteira entre Brasil, Uruguai e Argentina. O projeto prevê a realização de visitas guiadas e aulas passeios por um roteiro pré-estabelecido com pescadores, alunos e professores, por lugares históricos, ruínas, museus indígenas, recantos naturais, edificações, monumentos e marcos de fronteira, áreas de preservação permanente (parques ecológicos), ilhas e rios da tríplice fronteira, além de palestras com a presença de especialistas dos três países. Ao ministrar conhecimentos e promover a visitação física aos lugares da região trinacional, a metodologia do projeto tem por objetivo fazer conhecer para preservar, tanto o ambiente quanto a cultura dos povos fronteiriços. Dessa forma, pretende criar atividades culturais e ambientais voltadas a comunidade em geral, impactando no desenvolvimento humano e social.

Nesse contexto, faz parte também a identificação das paisagens naturais, espécies vegetais e animais visando ações voltadas à preservação do meio ambiente e a difusão dos saberes tradicionais da comunidade de pescadores ribeirinhos e fronteiriços. O objetivo da proposta é promover o conhecimento das riquezas naturais e culturais, contribuindo para a valorização e preservação do patrimônio natural, histórico e cultural da região da única tríplice fronteira entre Brasil, Uruguai e Argentina. Como objetivos específicos da proposta tem-se a seguinte: a) Promover a educação ambiental na rede de ensino de Barra do Quaraí; b) Fomentar a reorganização institucional da categoria de pescadores com objetivo do desenvolvimento da consciência ambiental; c) Incentivar estudos, pesquisas e projetos de extensão acadêmica sobre a região; d) Fomentar o turismo ambiental, cultural, rural e histórico na região; e) Articular ações através de parcerias com os segmentos organizados da sociedade, construindo uma Agenda Socioambiental em Barra do Quaraí e região trinacional.

O público-alvo da presente proposta são professores e estudantes do Ensino Fundamental e Ensino Médio da rede pública de ensino; comunidade de Pescadores Artesanais e Profissionais de Barra do Quaraí-RS. O orçamento previsto global é de R\$ 20.300,00 (vinte mil e trezentos reais). Dentre os parceiros da proposta estão a EMATER; Parque Estadual do Espinilho – SEMA/RS; Universidade Federal do Pampa; Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Quaraí; Prefeitura Municipal da Barra do Quaraí; Associação dos Pescadores Artesanais da Barra da Quaraí; Escola Municipal 22 de Outubro; Escola Estadual Nilza Corrêa Pereira; Conselho Municipal de Meio Ambiente da Barra do Quaraí; Conselho Municipal de Turismo da Barra do Quaraí; Parque Ríncon de Franquia / Bella Unión/Uruguai.

#### 6.2.4 Educação Ambiental e Cultural das populações da Bacia Hidrográfica do Rio Quaraí

O objetivo geral da presente proposta é elaborar do Inventário do Patrimônio Ambiental e Cultural que floresceu às margens do Rio Quaraí. Como objetivos específicos tem-se os seguintes: a) Conhecer e valorizar o Patrimônio Cultural e Ambiental dos povos fronteiriços -- levando em conta não apenas os aspectos nacionais, mas binacionais e trinacionais da Bacia; b) Diagnosticar a vocação, problemas e potencialidades de cada município às margens do Rio Quaraí no âmbito do Turismo Ambiental e Cultural; c) Criação de um plano estratégico integrado de fomento ao desenvolvimento de projetos através de ações ambientais, cultura e turísticas; d) Sensibilizar e envolver a comunidade em geral, através de ações da educação ambiental, cultural, patrimônio histórico (seminários, conferências, aulas a campo, vídeos, etc). Como resultados esperados tem-se os seguintes: a) Identificação de itinerários turístico-ambientais objetivando o conhecimento e a preservação dos ecossistemas da Bacia; b) Realização de levantamento arquitetônico da rota dos saladeros (Caminhos da Identidade); c) Criar e fomentar atividades culturais voltadas a comunidade em geral, impactando no desenvolvimento humano e social; d) Identificar as paisagens naturais, espécies vegetais e animais visando ações voltadas a preservação do meio ambiente;

#### 6.3 ARRANJO INSTITUCIONAL EFICIENTE

Uma das importantes linhas na Estratégia de Ação do Plano está orientada para um arranjo institucional eficiente na gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Quaraí. As principais ações previstas para atingir este resultado são para tornar operativa a Comissão do Rio Quaraí (CRQ), regulamentar os instrumentos de administração e uso dos recursos hídricos, implementar a estrutura de administração local do uso da água e incentivar a articulação interinstitucional para ações integradas na Bacia. Assim, os itens a serem melhorados são os seguintes:

- ✓ Tornar operativa a CRQ
- ✓ Preparar uma proposta de estatuto para a CRQ
- ✓ Mobilizar os agentes políticos regionais para influir na escolha dos representantes da CRQ
- ✓ Estimular o debate sobre a CRQ nas instituições da bacia.
- ✓ Coordenar, junto com as instituições locais, a elaboração de uma proposta para a criação de uma estrutura operativa para a CRQ.
- ✓ Elaborar e formular propostas para a definição de um marco legal para a CRQ.
- ✓ Propor a fixação de estrutura física e organizacional da CRQ na região da bacia.
- ✓ Regulamentar os instrumentos de administração de uso dos recursos hídricos.
- ✓ Propor a criação de instrumentos de controle. Propor a criação de uma estrutura de fiscalização e controle conjunta (binacional).
- ✓ Privilegiar o uso de recursos obtidos com a outorga em ações conjuntas na bacia.
- ✓ Implementar a estrutura de administração do uso da água na bacia.
- ✓ Assegurar meios logísticos para o efetivo funcionamento da estrutura administrativa.
- ✓ Implantar sistemática de monitoria e avaliação da estrutura administrativa.
- ✓ Apresentar e discutir os resultados obtidos em evento específico.
- ✓ Promover os ajustes do arranjo institucional implantado (se necessário).
- ✓ Viabilizar formas de suporte financeiro para as ações conjuntas na bacia.
- ✓ Viabilizar o uso de recursos obtidos com a outorga para ações conjuntas na bacia
- ✓ Solicitar ao Governo Uruguaio, via CRQ, a identificação do seu mecanismo de suporte financeiro.
- ✓ Identificar fontes internacionais de recursos para projetos conjuntos na bacia.
- ✓ Elaborar termos de referência de um projeto conjunto para o desenvolvimento integrado na bacia
- ✓ Incentivar a articulação interinstitucional para as ações integradas na bacia.
- ✓ Promover eventos para a discussão de assuntos relevantes na bacia.
- ✓ Divulgar os estudos realizados entre os organismos atuantes na bacia.
- ✓ Firmar convênios com organismos públicos e privados para ações conjuntas na bacia.
- ✓ Propor um fórum binacional anual para discutir ações e resultados na bacia.

## 6.4 PLANEJAMENTO E MANEJO DOS RECURSOS HÍDRICOS

As ações previstas são orientadas para realizar o levantamento básico da Bacia, realizar o diagnóstico da situação atual, definir os critérios de utilização dos recursos naturais, assegurar os recursos (financeiros e materiais) para o planejamento e monitoramento da Bacia, promover a integração do planejamento entre as entidades do Brasil e Uruguai e realizar o monitoramento da região da Bacia. Os seguintes itens precisam ser aprimorados:

- ✓ Avaliar a situação de áreas hidrologicamente frágeis.
- ✓ Identificar situações críticas.
- ✓ Identificar áreas críticas.
- ✓ Fazer estudos que busquem incrementar a disponibilidade dos recursos hídricos.
- ✓ Realizar estudos de controle de cheias.
- ✓ Criar condições de acesso aos dados existentes sobre a bacia.
- ✓ Definir critérios de utilização dos recursos hídricos.
- ✓ Definir as vazões e qualidades mínimas a preservar.
- ✓ Assegurar recursos para o planejamento e monitoramento da bacia.
- ✓ Integrar os recursos de entidades setoriais.
- ✓ Firmar convênios/acordos com entidades especializadas.
- ✓ Promover a integração com as entidades dos dois países da bacia.
- ✓ Promover seminários, encontros institucionais.
- ✓ Criar condições de acesso aos dados existentes sobre a bacia.
- ✓ Realizar o monitoramento na região da bacia.
- ✓ Monitorar a vazão e qualidade das águas.
- ✓ Monitorar a evolução dos ecossistemas.
- ✓ Estudo sobre temperatura, radiação solar, umidade e evaporação.
- ✓ Estudo para conversão das séries históricas de chuva em vazão.
- ✓ Estudo sobre Serviços Ambientais efetuados na área da bacia hidrográfica do rio Quaraí.
- ✓ Estimular o produtor para o planejamento técnico de seu empreendimento.
- ✓ Promover a divulgação da importância do planejamento dos empreendimentos.
- ✓ Apoiar as iniciativas dos produtores e de suas entidades representativas na implantação e desenvolvimento dos empreendimentos de forma planejada.
- ✓ Facilitar o acesso do produtor às informações técnicas.
- ✓ Apoiar as iniciativas dos produtores e de suas entidades representativas na difusão de informações técnicas.
- ✓ Promover eventos de atualização técnica.
- ✓ Otimizar o apoio técnico dos órgãos governamentais no planejamento e manejo dos empreendimentos,
- ✓ Promover a coordenação das ações entre os organismos ligados ao manejo considerando o Plano de Desenvolvimento da bacia.
- ✓ Apoiar as instituições para a promoção de pesquisas de interesse da bacia e dos usuários.
- ✓ Otimizar um programa de apoio técnico e transferência de tecnologia pelos órgãos governamentais.
- ✓ Zelar pelo desenvolvimento de práticas de manejo adequadas.

No que tange à manutenção de vazão mínima à jusante dos reservatórios, ANA (2013) define que um reservatório deve manter uma vazão equivalente à Q90, ainda que em alguns casos a aplicação deste instrumento seja de difícil implementação, principalmente nos reservatórios de cabeceira, onde a Q90 é muito baixa. Com relação a este aspecto, existe também um acordo binacional entre Brasil e Uruguai onde se estabelece uma vazão ambiental mínima de 2 L/s.km<sup>2</sup>, no sentido de promover a manutenção da disponibilidade nos trechos de rio. O conceito de vazão regularizável com algum percentual de garantia, aplicado frequentemente em algumas legislações de Estados do Nordeste, é interessante no sentido de proporcionar uma discussão em torno dos riscos a serem admitidos ao escolher um determinado valor de garantia. Nos açudes existentes na bacia do Quaraí, ainda que não haja propriamente uma regularização, pois não há presença de estruturas de controle da vazão, considera-se que a vazão retirada em cada temporada seja equivalente à capacidade de regularização de cada açude. Não obstante, existem um ou mais trechos do rio Quaraí em que poderia ser implementado mecanismos de imobilização parcial do volume de água, cujo cálculo de vazão regularizável seria aplicado para o vertedouro elaborado a jusante deste.

## 6.5 USO E OCUPAÇÃO ADEQUADOS DA BACIA DO RIO QUARAÍ

Com base em uma visão macro do uso e ocupação da Bacia, são propostas ações orientadas para promover a gestão dos recursos naturais de forma participativa, adequar o modelo tecnológico existente aos limites dos recursos produtivos da Bacia, incentivar a diversificação das atividades econômicas, vincular a implantação de obras ao Plano de Desenvolvimento da Bacia e promover o saneamento básico da Bacia. Dito isto, os seguintes devem ser considerados:

- ✓ Promover a gestão dos recursos naturais da bacia de forma participativa.
- ✓ Promover a conscientização dos usuários da bacia para a gestão coletiva dos recursos naturais.
- ✓ Estimular a participação representativa por sub-bacia.
- ✓ Adequar o modelo tecnológico existente aos limites dos recursos produtivos da bacia.
- ✓ Promover a capacitação gerencial e operacional.
- ✓ Zelar pela vinculação dos financiamentos ao licenciamento ambiental.
- ✓ Incentivar a diversificação das atividades econômicas.
- ✓ Promover discussão com a comunidade sobre as possibilidades de diversificação econômica.
- ✓ Identificar e fomentar novas alternativas econômicas viáveis.
- ✓ Orientar e apoiar atividades econômicas diversificadas existentes.
- ✓ Divulgar a existência e características de mercados consumidores alternativos.
- ✓ Promover o saneamento da bacia.
- ✓ Monitorar a elementos com potencial de contaminação proveniente de área urbana e rural (poluição de fontes difusa).
- ✓ Vincular a implantação de obras ao Plano de Desenvolvimento da bacia.

## 6.6 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

O desenvolvimento da educação ambiental na Bacia foi considerado de fundamental importância tanto para uso e ocupação adequada da Bacia quanto para o manejo adequado de seus recursos naturais. As principais ações propostas estão orientadas para demonstrar a importância de um adequado uso dos recursos naturais, contendo ganhos sócio-econômicos e ambientais. Além disso, visa-se promover a integração das entidades que atuam em educação ambiental, desenvolver a educação ambiental no ensino formal, difundir os mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL). Sobretudo, os itens de educação ambiental a serem aprimorados são os seguintes:

- ✓ Demonstrar a importância do adequado uso dos recursos naturais, contendo ganhos sócio-econômicos e ambientais.
- ✓ Elaborar o material audiovisual digitais sobre educação ambiental voltados para a bacia hidrográfica do rio Quaraí.
- ✓ Organizar sistema de divulgação junto aos meios de comunicação para promoção do adequado uso dos recursos naturais.
- ✓ Promover ações nas comunidades urbanas para estimular a prática da educação ambiental no atendimento à legislação ambiental.
- ✓ Promover cursos junto às associações, sindicatos rurais etc., relativos à legislação ambiental e exercício da cidadania.
- ✓ Promover a integração das entidades que atuam em educação ambiental.
- ✓ Promover o estabelecimento de parcerias entre organizações governamentais e não-governamentais.
- ✓ Apoiar e fortalecer a situação das entidades na educação ambiental.
- ✓ Divulgar a existência de fontes de financiamento para organizações atuarem em educação ambiental.
- ✓ Viabilizar os recursos necessários às instituições ambientalistas do Estado para atuarem em educação ambiental.
- ✓ Desenvolver a educação ambiental no ensino formal, que é previsto em Lei.
- ✓ Capacitar professores do I e II graus para o desenvolvimento da educação ambiental nas suas respectivas disciplinas.
- ✓ Difundir mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL)
- ✓ Enfatizar a extensão do reuso de materiais e resíduos sólidos.
- ✓ Capacitar técnicos e administradores públicos e privados nas práticas de educação ambiental.
- ✓ Divulgar as novas tendências tecnológicas de mercado, para o meio urbano e meio rural.

## 6.7 SERVIÇOS AMBIENTAIS

O bem-estar da sociedade depende significativamente dos serviços ecossistêmicos que são fornecidos pela natureza, os quais incluem a regulação do clima na Terra, a formação dos solos, o controle contra erosão, o armazenamento de carbono, a ciclagem de nutrientes, o provimento de recursos hídricos em quantidade e qualidade, a manutenção do ciclo de chuvas, a proteção da biodiversidade, a proteção contra desastres naturais, elementos culturais, a beleza cênica, a manutenção de recursos genéticos, entre muitos outros.

No caso do provimento de água, os solos apresentam funções que vão muito além da sustentação da produção de alimentos. No ciclo hidrológico, regulam a reserva de água e os escoamentos superficiais e subsuperficiais. Em períodos de não continuidade de chuvas, parte da umidade mantida no espaço poroso é transformada em disponibilidade contínua pelos solos. No Brasil, apesar de programas exitosos de conservação do solo terem sido implementados nos últimos anos, eles foram concebidos sem considerar, de modo claro, os benefícios ambientais e econômicos sobre os recursos hídricos fora do âmbito de produção agrícola, como na escala de bacia hidrográfica.



Bacias hidrográficas são sistemas físicos importantes para o suprimento de água para extensões de terras agricultáveis, como é o caso na região do Pampa, no Rio Grande do Sul. Esses solos são capazes de armazenar grandes quantidades de água de precipitação pluvial. Esse serviço ambiental é um provimento minimamente investigado e explorado, mas que resulta numa dinâmica de umidade do solo única, que regula fluxos subsuperficiais e distúrbios de calor; modera radiação solar; melhora a resposta da arquitetura radicular; e favorece a agricultura em nível regional.

Uma das principais lacunas de conhecimento em hidrologia é a descrição e explicação da variabilidade geográfica, sazonal e interanual do balanço hídrico no solo. A complexidade que está envolvida na estimativa do ecossistema do balanço hídrico é bem conhecida, pois envolve uma série de avaliações. Dentre elas citam-se, a percolação profunda, redistribuição interna de água no perfil e zonas de infiltração aparente. Os métodos mais comuns de estimativa do balanço hídrico geralmente englobam apenas medidas da precipitação (input) e fluxo no exutório da bacia (output), anuais acumulados e por sua diferença, bem como pela quantidade de água acumulada o solo. Mesmo que uma variedade de estudos tenha descrito o balanço de água em diferentes escalas e condições climáticas (JOFFRE; RAMBAL, 1993; HUANG, 1997; MOEHRLEN et al., 1999; LEWIS et al., 2000), são raros os que tem avaliado a importância sazonal da dinâmica da água reservada no solo no balanço hídrico (SWAROWSKY et al., 2011 e 2012). Isto porque é comum assumir que mudanças na água armazenada no solo com o tempo são relativamente insignificantes comparados com a variação na precipitação e escoamento. Ainda, esses estudos limitam o padrão de representações da paisagem, porque assumem o subsolo como meio homogêneo e neutro, que redistribui água e soluto uniformemente pelos poros. Ainda, desconsideram fatores de formação básico, com as formas de relevo. Em função disso, observam-se lacunas de conhecimento sobre controle hídrico subsuperficial, que poderiam ser úteis em períodos de estiagem, e para incorporação da hidrologia do solo em técnicas de agriculturas de precisão, por exemplo.

A valoração econômica dos serviços ambientais é outra lacuna de conhecimento. Ela serve para demonstrar benefícios econômicos providos pela manutenção de um serviço ambiental, ao adotar determinada atividade em detrimento de outra. Assim, a conexão do conhecimento em solos com os outros componentes do ciclo hidrológico contribuirá para alcançar atuais demandas ambientais, sociais e econômicas, especialmente no manejo da produção de água. Tal entendimento corrobora com atual instrumento que tem sido utilizado e que ganha cada vez mais adeptos, que é o emprego da política de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA). Este pode ser considerado como um mecanismo de estímulo à conservação e à manutenção da provisão de recursos naturais, que trabalha com o mesmo princípio usuário pagador, previsto na legislação, ou seja, usuário-pagador quando a ação produz externalidades negativas e provedor-recebedor quando produz externalidades positivas. O PSA é um mecanismo de estímulo, por meio do pagamento ao responsável por áreas de provisão, ou seja, não se espera sofrer o dano, antes se estimula a conservação. Assim, estabelece-se o princípio do provedor-recebedor, que conserva o solo e áreas de preservação, permite a transferência de energia, ciclagem de nutrientes, regulação de gás, regulação climática e do ciclo da água, que podem ser definidas como funções dos ecossistemas (DALY; FARLEY, 2004).

Avaliações nas oscilações na umidade água armazenada no solo requerem a utilização de balanços hídricos em períodos horários, diários, semanais, mensais e sazonais. Isto pode ser apenas alcançado pelo monitoramento do conteúdo de água no solo, e umidade em diferentes profundidades. A implementação de um programa de monitoramento de umidade do solo precisa necessariamente envolver completa instrumentalização em campo, para adequadamente e continuamente cobrir o armazenamento de água no solo, em nível de bacia hidrográfica em três dimensões, profundidade, espaço e tempo (SWAROWSKY et al., 2011).

Para a região hidrográfica do rio Quaraí, a proposta de pesquisa tem como objetivo examinar os fatores que regulam o fluxo de água e a dinâmica de umidade no solo de uma típica região do Região do Pampa, a bacia hidrográfica do rio Quaraí, cujo comportamento hidrológico é bastante representativo e importante para a agricultura conservacionista e manutenção do bioma.

A ideia é instrumentalizar uma região da bacia hidrográfica de aproximadamente 100 ha, com rede de monitoramento hidrológico temporal, com estação meteorológica, trincheira de controle de fluxo de água subsuperficial; sistema de medição no exutório da bacia; e múltiplos sensores de umidade do solo espalhados em diferentes profundidades, para caracterizar o balanço de água no solo. Atrelado a isso, ocorrerá uma caracterização de atributos físicos, morfológicos e hidráulicos do solo, também em diferentes profundidades, relacionando a estes a conservação de água no solo da região. Esse projeto possibilitará utilizar a unidade de pesquisa como excelente área de cenários de respostas hidrológicas múltiplas. Também avançará na compreensão do controle da amplitude de umidade e seus benefícios a produtividade da área. Tais resultados poderão ser integrados a um modelo regionalmente representativo do sistema natural de serviços ambientais, quanto reservação e produção de água, no solo do Pampa do Rio Grande do Sul.

## 6.8 MEDIDAS EMERGENCIAIS

Uma parte significativa das metas baseia-se na implantação do arranjo institucional e na implantação efetiva da cobrança pelo uso da água. O atraso do efetivo alcance destas metas comprometerá o sucesso do plano. Porém, parte das metas pode ser atingida se outros atores institucionais cumprirem integralmente suas funções, independentemente se o sistema de recursos hídricos estiver operacional. Os planos municipais de saneamento e os planos diretores municipais são exemplos disto, assim como a implantação e operação das redes de informações hidrometeorológicas, que interessam a um

grande número de instituições e são atribuições do estado. Dentro das possibilidades de medidas emergenciais, destacam-se:

- A. Ação do Comitê na solicitação e acompanhamento da implantação das redes de monitoramento e obtenção das informações hidrometeorológicas e de qualidade de água: a ampliação e manutenção de estações hidrometeorológicas é uma atribuição que pode ser assumida por uma agência de bacia, mas, na ausência desta, as atuais redes devem ser mantidas operacionais e mesmo ampliadas. O exposto acima, em termos de qualidade de água, deve ser enfatizado nas companhias de saneamento e aos órgãos ambientais a realização de campanhas de coleta de amostras para determinação dos parâmetros de qualidade, sempre acompanhadas da medição de vazão. Estas informações quali-quantitativas serão importantes na determinação de critérios de outorga e discussão do enquadramento;
- B. Articulação efetiva com a Defesa Civil: Trata-se de uma ação que não necessita de recursos ou estudos prévios, a articulação com a Defesa Civil pode ser iniciada a qualquer momento. Nesta articulação, os Comitês devem mostrar a sua situação institucional e a importância da sua atuação quanto aos efeitos dos fenômenos climatológicos que afetem o regime de vazões e assim a ocupação do solo, como secas, enchentes.
- C. Discussão intra-comitês sobre a implantação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos da região hidrográfica do rio Uruguai: Considerando a necessidade de conclusão dos estudos sobre cobrança e enquadramento, além da necessidade de uniformização dos critérios de outorga, há a possibilidade de manter-se e ampliar-se a discussão sobre os instrumentos a serem aplicados na Região Hidrográfica do Rio Uruguai. Esta ação também é coerente com o avanço para criação de uma Agência de Bacia Hidrográfica. Esta pode ser executada de forma autônoma pelos comitês, sem contrariar a lógica do sistema de gerenciamento de recursos hídricos, mantendo baixo investimento e tempo.
- D. Capacitação dos membros dos comitês de bacia na aplicação dos instrumentos: para a efetiva implantação da gestão integrada de recursos hídricos, os membros dos comitês devem ter o melhor conhecimento possível sobre os instrumentos de gestão e os efeitos de sua aplicação na bacia, tanto ambiental, como social e economicamente. Oficinas de capacitação e qualificação, produção de material de consulta e discussão e ações de comunicação social que divulguem o papel dos comitês são ações que podem ser assumidas pelos atores atualmente existentes.

As ações discutidas no capítulo anterior foram hierarquizadas de acordo com os critérios de relevância e urgência. A soma das notas resultou em valores entre 2 e 6, que por sua vez foram redefinidos. As ações com nota mais elevada (6) receberam hierarquia 1; as com nota 5, hierarquia 2 e assim sucessivamente. Esta primeira organização das ações permite definir um cronograma tentativo ideal, que será confrontado com os valores da cobrança.

## 6.9 HIERARQUIZAÇÃO DAS AÇÕES PROPOSTAS

As ações propostas têm tempos de execução e encadeamento distintos, necessitando ser ordenadas de forma lógica, de forma a garantir a máxima eficácia da aplicação dos recursos disponíveis. As ações devem, portanto, serem distribuídas no tempo de forma a possibilitar o cumprimento dos prazos estipulados, com o grau de resolução desejado. Foram adotados para isso critérios de relevância e urgência, a partir dos quais foi determinada uma nota e hierarquizadas as metas. Com base nesta hierarquia, são definidos as ações e os recursos necessários anualmente.

A tabela 18 apresenta a classificação de relevância e urgência de cada meta. A relevância e urgência de cada meta foram classificadas como alta, média ou baixa. A relevância alta significa que as alterações obtidas com o alcance da meta analisada serão muito importantes para atingir o cenário proposto (“a bacia que podemos”) ou são necessárias para o alcance de outras metas. Uma relevância média indica que o alcance isolado desta meta não terá um impacto importante na alteração do cenário diagnosticado. Por fim, a relevância baixa significa que a obtenção da meta trará um benefício isolado, importante para o setor ou região correspondente, mas de pequena expressão para a bacia como um todo. Uma urgência classificada como alta indica que o arranjo institucional proposto deve observar o proposto no programa de forma a evitar ao máximo possíveis atrasos. Uma urgência baixa significa que um eventual atraso no atingimento da meta não afetará de forma significativa o sucesso do plano. Cada meta recebeu uma nota, composta por dois fatores (relevância e urgência). A soma destes fatores permitiu a hierarquização das metas, de acordo com uma chave

Tabela 18. Chave de hierarquização das ações.

Relevância	Urgência	Soma	Hierarquia	Cor símbolo
Alta (3)	Alta (3)	6	1	
	Média (2)	5	2	
	Baixa (1)	4	3	
Média (2)	Alta (3)	5	2	
	Média (2)	4	3	
	Baixa (1)	3	4	

Baixa (1)	Alta (3)	4	3	
	Média (2)	3	4	
	Baixa (1)	2	2	

## 6.10 AÇÕES

As ações apresentadas aqui não dependem apenas da atuação do arranjo institucional, e metas atingíveis no âmbito do plano, sendo que para estas serão apresentados os programas necessários, sendo que estes apresentam as informações básicas necessárias para a sua implantação, como responsáveis, cronogramas e custos, dentre outras. Em alguns casos, foram propostos subprogramas e projetos, quando a meta a ser atingida necessitaria de ações subordinadas ou prévias, de maior ou menor complexidade e médios ou curtos prazos de execução, respectivamente. Os subprogramas e projetos estão sempre vinculados a um programa, e, embora possam ser executados de forma isolada, a sua realização integrada visa obter melhores condições de implementação dos programas, bem como a elevação de sua eficácia.

### Grupo 1 – Qualidade da água

As informações coletadas indicam que a população busca um rio com classe 1 ou 2 junto aos núcleos urbanos ou a locais de recreação. Os usos pretendidos seriam o abastecimento humano, irrigação, recreação de contato primário e pesca. Ações relacionadas com este grupo são: A) tratamento de esgoto que devolvesse o efluente compatível com a classe 2; B) Programa de monitoramento da qualidade da água; C) Mais frequência na remoção de resíduos inorgânicos das margens do rio; D) Monitoramento da ictiofauna. Destaca-se que para este último item, ocorreu levantamento de informações de ictiofauna junto ao Programa Marco. Reitera-se que, paralelo as informações sobre tal assunto contidas neste documento, o Comitê mantém registros do referido Programa armazenados em banco de dados em nuvem particular.

O conjunto de ações para este grupo é até 2030, as águas do rio Quaraí apresentarem: taxa de coliformes termotolerantes compatíveis com classe 2 junto aos núcleos urbanos de Quaraí e Barra do Quaraí e aos pontos de lazer referenciais da comunidade; um programa de saneamento, conservação e limpeza das margens do rio, acompanhado de extensão e publicidade ambiental de tais ações.

Para obter estes resultados, são propostas as seguintes ações:

- ✓ Ação 1.1 - Montagem de compacta rede de postos de qualidade da água nos principais pontos de lazer, junto às cidades de Quaraí e Barra do Quaraí e nos principais afluentes do rio Quaraí para determinação da classe de qualidade das águas da bacia. Esta rede aproveitaria as análises de rotina realizadas pela CORSAN, OSE e outras entidades, mas ambicionando também expandir os parâmetros de qualidade de água e densidade de amostragem. Parâmetros Índice de Qualidade da Água (oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, potencial hidrogeniônico, demanda bioquímica de oxigênio, temperatura da água, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduos totais, podendo ainda incluir os sedimentáveis e dissolvidos, pela facilidade amostral); Índice de Trofia e metais pesados são propostos como prioridade. Os agrotóxicos que devem ser investigados são, no mínimo, os usualmente utilizados nos dois países.
- ✓ Ação 1.2 - Discussão e implantação dos Planos Municipais de Saneamento Básico: A lei 11.445/07, que estabelece as diretrizes da Política Nacional de Saneamento Básico, determina que a prestação de serviços públicos de saneamento básico observe o Plano Municipal de Saneamento, abrangendo o “conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana e manejo das águas pluviais e drenagem urbanas”. Atualmente, Quaraí apresenta mescla de projetos de esgotamento sanitário em fases de licitação e projeto em execução. A discussão da implantação dos PMSB deve possibilitar a inclusão, alteração e substituição de projetos e ações que atendam também e preferencialmente, os interesses da gestão dos recursos hídricos.
- ✓ Ação 1.3 - Programa de conservação e limpeza das margens do rio Quaraí: O Programa de Educação Ambiental irá considerar principalmente o impacto da limpeza das margens do rio na visão da população. As ações deste programa são estruturais e não-estruturais. Como medidas estruturais tem-se a remoção programada de sedimentos, resíduos e obstáculos artificiais lançados irregularmente, com conseqüente redução da velocidade do rio e deposição de mais sedimentos não deslucados naturalmente; (2) a coleta constante de resíduos sólidos lançados irregularmente. Como medidas não estruturais, destacam-se (1) a definição sobre responsabilidades de policiamento das atividades de extração de areia e desmatamento na calha do rio; (2) a discussão e a promulgação de alteração do acordo binacional caracterizando como sobre crime ambiental a extração de areia nas margens do rio Quaraí e seus afluentes; (3) a realização de estudos sobre a geração e deposição de sedimentos na bacia do Quaraí e respectivas medidas de controle e correção.

### Grupo 2 – Quantidade de água

As colocações da população da bacia sobre a quantidade de água na bacia refletem indiretamente as demandas do setor dos irrigantes e vinculam-se ao grupo de qualidade de água, o que é coerente. As vazões naturais na bacia junto aos pontos de medição mostram valores de vazão menores no verão e maiores no inverno. As vazões mínimas dos meses de janeiro e fevereiro, principalmente, mas de todo o período de novembro a março apresentam valores próximos de zero, resultando em situações de “corte” do rio. Dentro de uma visão de gestão integrada de recursos hídricos, resulta-se na necessidade de uma compatibilização da demanda com a oferta natural, em um primeiro momento, para um aumento da oferta hídrica compatibilizadas com metas de conservação e preservação ambiental.

Até o ano de 2030, se certos manutenção devidamente calculadas forem feitas na bacia do rio Quaraí, esta apresentará um balanço positivo e mais perene entre a oferta natural ou artificial de água e sua demanda. Isso possibilitará sempre a manutenção de uma vazão mínima que atenda aos usos prioritários, a preservação dos ambientes aquáticos e a manutenção da qualidade da água nas classes estabelecidas pelo enquadramento das águas da bacia.

Obviamente o aumento de oferta hídrica natural depende de ações de preservação de áreas destinadas a isso, como nascentes, topos de morro, mata ciliar, do entendimento da dinâmica de água no solo e da conexão com zonas de recarga dos aquíferos e divisores freáticos. Como já dito no diagnóstico, existe uma carência quanto a compreensão do comportamento de todos os compartimentos do ciclo hidrológico na bacia hidrográfica do rio Quaraí. A influência das áreas de arenização na vazão mínima e a influência das propriedades dos solos no balanço, por exemplo, não são quantificados, tampouco descritos. Assim, as ações relacionadas com esta meta são:

- ✓ Ação 2.1 - Conexão de componentes do ciclo hidrológico na bacia do rio Quaraí – este projeto possibilitará a definição mais clara do papel de cada um dos compartimentos do ciclo hidrológico em escala de bacia hidrográfica. Esta definição permitirá, por sua vez, avaliar os efeitos de intervenções nestes componentes, para nitidamente viabilizar potenciais elevações na vazão mínima natural.
- ✓ Ação 2.2 – Definição de minuta de projeto para reservação privada na bacia – para cada sub-bacia, seriam definidos critérios para a retirada de água para irrigação quando em função de construção de reservatórios privados, considerando tanto os efeitos destas estruturas na oferta hídrica, como também a variabilidade de vazões já discutidas anteriormente neste documento.
- ✓ Ação 2.3 - Projeto Estudo de viabilidade de construção de reservatórios de usos múltiplos na bacia. Esta proposta de intervenção na bacia do Quaraí já foi estudada anteriormente com viés de atendimento prioritário da irrigação. No entanto, por ter sido noutro momento técnico-políticos, percebeu-se a possibilidade de incluir tal ação para realização futura. Modelo de reservatório foi proposto no Programa Marco. Ainda assim, as necessidades de manutenção de vazões mínimas, preservação ambiental, de abastecimento público, dessedentação animal e de recreação não foram considerados diretamente nas investigações passadas. Assim, propõe-se reavaliar as diferentes intervenções propostas pelos programas governamentais de apoio à irrigação.
- ✓ Ação 2.4 - Discussão de intervenções binacionais na calha principal do rio Quaraí e na bacia – as intervenções na calha do rio são sempre relegadas a um segundo plano, por conta da previsível dificuldade de negociação internacional. Com isso, mesmo intervenções de pequena altura não são avaliadas com veemência. A discussão de ações de pequeno porte no âmbito do CRQ pode viabilizar a inserção de artigos no Acordo Binacional que facilite a implantação de soluções pontuais, de baixo custo e de baixo impacto ambiental e com decisão local.

### Grupo 3 – Saneamento ambiental

A questão do saneamento ambiental aparece com destaque no posicionamento da população. Isso pode ser decorrente do entendimento mais claro da população sobre a necessidade e os efeitos do saneamento básico sobre as condições do rio e da bacia. Dos quatro componentes básicos do saneamento ambiental, três foram citados, faltando a drenagem urbana. A necessidade de saneamento transparece de forma clara, mas não há citação sobre os planos de saneamento básico dos municípios.

Em 2030, o saneamento ambiental da bacia está plenamente implantado, com cobertura plena de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgotos; coleta seletiva de resíduos sólidos e tratamento adequado destes; esgoto pluvial com rede separada do cloacal, possibilitando o tratamento pleno daquele; e o destino final dos resíduos sólidos é controlado.

Esta meta depende, exclusivamente, dos municípios ou das empresas concessionárias pelos municípios, no caso a CORSAN em Quaraí e Barra do Quaraí. Assim, o papel do Comitê de Bacia está vinculado ao processo de outorga e ao enquadramento. Como o enquadramento é uma etapa inicial do processo de gestão, esta deve estabelecer cenários evolutivos de qualidade da água de forma a estabelecer, ao mesmo tempo, uma pressão no sentido de levar aos outorgados o atendimento de critérios pretendidos de qualidade da água e a compreensão do tempo e dos recursos necessários para isso. Em relação à outorga, sendo o abastecimento um dos usos prioritários da água, e o esgoto cloacal gerado por este mesmo uso, a não concessão de outorga, embora possível, não seria viável ou sustentável.

Então, em relação a esta meta, o plano deve optar por uma posição propositiva quanto à discussão e implementação dos planos municipais de saneamento, discutindo eficiências dos sistemas de captação, tratamento e distribuição de água, cobertura e destinação da rede de esgoto cloacal, a separação e adequação da rede de esgoto pluvial e a coleta, tratamento e destinação final adequada dos resíduos sólidos. As ações previstas para isso são:

- ✓ Ação 3.1 - Divulgação dos cenários de enquadramento das águas da bacia: esta ação trata da tramitação e mobilização necessária para a aprovação do enquadramento das águas da bacia na forma de cenários evolutivos. Para que este enquadramento seja coerente com a realidade da bacia e com os cenários pretendidos, a discussão com o setor de saneamento é fundamental, considerando ser este o agente poluidor mais citado pela população. De forma concreta, o Comitê deve, a partir das análises da qualidade da água existentes e futuras, estabelecer um cronograma viável e compatível com a meta de redução da carga orgânica gerada pelas redes de esgotos cloacal e pluvial e pelos resíduos sólidos, uma vez que todos os Planos de Saneamento Básicos já foram concluídos e devem ser implementados pelos municípios.

#### Grupo 4 – Convivência com as Cheias

A ocorrência de cheias é um fato hidrológico de relativa ocorrência na bacia, afetando mais diretamente as cidades de Artigas e de Quaraí. Os estudos realizados concluem sobre as vazões máximas e sobre as cotas relativas a estas vazões. Assim, pode-se estabelecer com uma margem razoável de segurança as áreas afetadas pelas cheias de diferentes tempos de retorno. Os solos por onde o relevo governam o movimento de água na bacia são rasos e impermeáveis, o que dificulta a infiltração da água. Esta água também não contém nenhum mecanismo que discipline seu escoamento, como terraços e outras alternativas. Hidrologicamente, os processos e fatores que acelerem a concentração das precipitações e reduzam a velocidade do escoamento para jusante são agravantes das enchentes. Até 2030, as ações necessárias para suportar esta meta referem-se a estudos, levantamentos e discussão de medidas estruturais e não-estruturais.

- ✓ Ação 4.1 - Projeto Estudo de viabilidade de medidas estruturais para convivência com as cheias – as intervenções estruturais discutidas no âmbito do Comitê referem-se a barragens de contenção de cheias, localizadas a montante da cidade de Quaraí. Estas estruturas têm custos normalmente elevados e uso restrito às cheias, permanecendo sem utilização a maior parte do tempo. Sua operação e manutenção são mais complexas do que as barragens de acumulação para irrigação, exigindo a implantação de uma estrutura gerencial específica ou capacitada. A avaliação global desta alternativa pode indicar a sua viabilidade ou concluir pela impossibilidade de sua efetiva implantação. Outras estruturas, como diques e poderes, também poderiam ser avaliadas.
- ✓ Ação 4.2 - Projeto Implantação do sistema de alerta contra cheias – um sistema de alerta contra cheias tem maior efetividade em bacias maiores, nas quais há um tempo razoável para a execução de ações de retirada de população, animais ou bens. No caso da bacia do Quaraí, a pequena extensão entre as cabeceiras e a cidade de Quaraí torna a eficiência deste sistema duvidosa. Por outro lado, a existência de propriedades rurais nos quais os rebanhos podem ficar isolados por uma enchente não pode ser desprezada. Assim, é necessário avaliar que tipo de sistema de alerta seria mais adequado para a realidade da bacia. Uma possibilidade é o de utilizar previsões de curto prazo, destacando o grau de incerteza inerente a estas. Outra possibilidade seria a de implantar redes telemétricas com comando central e software de integração. A vinculação com sistemas telefônicos digitais permitiria, por exemplo, o envio de mensagens instantâneas a um número significativo de atores em curto espaço de tempo.

#### Grupo 5 – Recuperação e educação ambiental

A recuperação de ambientes degradados e a necessidade e a importância educação ambiental são temas recorrentes nos documentos sobre a bacia e nas apresentações realizadas pelas instituições relacionadas com a gestão integrada dos recursos hídricos. A recuperação das áreas urbanas, principalmente das localizadas junto ao rio Quaraí. Nas margens do rio Quaraí e na sanga da Divisa, junto à cidade de Quaraí, há o problema de deposição de resíduos sólidos pela população urbana. Conjuntamente com a ausência de aterros sanitários na região, que são previstos em Lei atualmente, estes conferem um aspecto degradante ao rio e às matas ciliares cobertas com restos de plástico. A deposição do resíduo sólido tem um componente mais fortemente cultural do que econômico.

Na educação ambiental, observam-se ações dispersas e sem norteamento. O programa de educação ambiental mais estruturado aparenta ser o da CORSAN. Apesar de inúmeras ações, material gráfico, exemplos práticos, visitas às escolas e outras entidades e participação em eventos públicos regionais, não há um processo de avaliação efetiva sobre os resultados desses processos, com métricas por exemplo. Ações deste item são essencialmente executivas e gerenciais, necessitando que o Comitê Quaraí tenha capacidade de articulação e organização. As mesmas são as seguintes:

- ✓ Ação 5.1 - Implantação de um Grupo de Trabalho de Educação Ambiental – a articulação das ações de educação ambiental necessita que o Comitê Quaraí seja reconhecido como o fórum de discussões e deliberações sobre a gestão dos recursos hídricos da bacia. Este reconhecimento deve encontrar eco na estruturação do Comitê, razão pela qual deve ser criado um Grupo de Trabalho de Educação Ambiental que será o seu órgão executor da política de educação ambiental. A primeira atribuição deste Grupo de Trabalho será a proposição de uma política de ação, com horizonte de dez anos. Nesta política devem estar identificados os parceiros preferenciais do Comitê Quaraí, os pontos fortes e fracos do arranjo institucional existente, as metas específicas e os projetos e ações a serem



executados nos próximos anos, com identificação de atores, recursos necessários, metodologias a serem empregadas, resultados esperados e abrangência espacial e temporal das ações. Além disso, deve-se implantar de uma avaliação das ações de educação ambiental existentes na bacia. Os processos avaliativos são ferramentas gerenciais indispensáveis, pois permitem direcionar a aplicação dos recursos disponíveis de forma mais eficaz, evitando a repetição de ações com resultados nulos ou abaixo do esperado. No entanto, a avaliação das ações de gestão ambiental e de educação ambiental raramente é observada no Brasil. Isto deve-se em parte aos custos envolvidos, mas na maior parte dos casos à falta de visão ou de permanência das políticas. Pelo seu caráter permanente, a gestão integrada dos recursos hídricos não pode prescindir de processos avaliativos. Estes podem ser realizados por diversas metodologias, mas é necessário que haja pleno domínio destas e métricas. O Comitê deverá decidir pela contratação ou pela assinatura de convênios com instituições de pesquisa para a realização deste processo.

- ✓ Ação 5.2 - Discussão dos Planos Municipais de Saneamento – os Planos Municipais de Saneamento devem, obrigatoriamente, discutir o destino e tratamento dos resíduos sólidos. No âmbito da gestão integrada dos recursos hídricos, este tema interessa tanto pelo potencial poluidor dos efluentes dos resíduos sólidos, como pela interferência destes na qualidade da água e do ambiente aquático. A poluição observada visualmente na bacia é predominantemente de materiais potencialmente recicláveis, como plásticos e borrachas oriundas do meio urbano e seu consumo. A coleta seletiva para encaminhamento para reciclagem industrial é a opção mais recomendada. Além disso, a discussão deve ser fortemente voltada a criação de aterro sanitário para resíduos sólidos urbanos, bem como aterro sanitário para resíduos sólidos industriais. Isso porque, os municípios da bacia do rio Quaraí são distantes dos aterros existentes, sendo custoso o pleno e completo transporte da totalidade de resíduos gerados na região para este. Deve ser realizada avaliação econômica, visando identificar qual o investimento e desembolso para operação e manutenção por parte do setor público, como também incentivo a integração com setor privado.

#### Grupo 6 – Desenvolvimento econômico

Em vários estudos sobre a região, destaca-se que o desenvolvimento econômico da bacia é limitado por diversos fatores pré-existentes, como as condições de solo, relevo, disponibilidade hídrica e estrutura fundiária, entre outros. A alteração do quadro institucional, com a criação do Comitê Quaraí, traz para a região uma nova possibilidade de gestão integrada a partir dos recursos hídricos e a viabilização, através dos recursos da cobrança, de ações estruturais e não – estruturais que promovam o estabelecimento de uma base para o desenvolvimento sustentável da região. O papel do Comitê é estratégico para isso, pois por ele passam as discussões sobre as outorgas para uso da água e a viabilização da manutenção da disponibilidade hídrica para os usos outorgados, assegurando tanto a qualidade como a quantidade destes recursos e definindo claramente os usos prioritários em caso de escassez.

As alternativas de desenvolvimento econômico até hoje estudadas resumem-se, praticamente, à pecuária e ao arroz, e, potencialmente, às agroindústrias vinculadas a estes produtos. A falta de industrialização de outros segmentos possíveis na região pode ser explorada como um atrativo para quem busca uma região tipicamente rural. Neste aspecto, Quaraí e Barra do Quaraí têm uma situação diferenciada frente aos demais municípios da região ou da bacia, como Alegrete, Uruguiana e Santana do Livramento.

A estruturação de um projeto sustentável para a região não é de competência do Comitê, mas a sinalização das possibilidades de uso da água, sim. Por isso, o papel do Comitê Quaraí em relação ao desenvolvimento econômico passa por: Definir o enquadramento dos cursos d'água da bacia, estabelecendo cenários evolutivos; discutir os planos municipais de saneamento, principalmente a questão dos resíduos sólidos, tratamento de esgotos e abastecimento de água; e definir os critérios de enquadramento e usos prioritários e insignificantes da água. Isso definido, o Comitê Quaraí deve estruturar uma estratégia de monitoramento e avaliação contínua dos critérios, verificando a adequação destes às demandas recebidas e à preservação do ambiente. As ações são as seguintes:

- ✓ Ação 6.1 - Definição do enquadramento dos cursos de água da bacia – o processo de enquadramento dos cursos de água na bacia do rio Quaraí deverá sinalizar quais os usos da água são pretendidos para diferentes horizontes temporais e para a totalidade da bacia. Neste caso, a calha também deverá ser contemplada, mesmo que seja de domínio da União. Isso porque é necessário harmonizar as expectativas da sociedade com relação à totalidade dos recursos hídricos e, também, porque as duas cidades localizadas na bacia situam-se exatamente nas margens do rio principal. A efetivação do enquadramento na calha do rio principal exigirá a ação da ANA e a obtenção da qualidade pretendida dependerá da ação do CRQ. As pretensões da sociedade da bacia, portanto, serão balizadoras da negociação a ser desenvolvida nestes fóruns e com estes atores.
- ✓ Ação 6.2 - Definição dos usos prioritários e insignificantes da água - Dentre os fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos está explicitado o comando que determina a consideração do abastecimento humano e da dessedentação de animais como sendo os usos prioritários em situações de escassez.
- ✓ Ação 6.3 - Definição do enquadramento dos corpos de água em classes de uso – o enquadramento dos corpos de água é uma das definições mais importantes da gestão integrada dos recursos hídricos, pois limita o uso do solo, as atividades industriais, a infraestrutura urbana e de produção, ao mesmo tempo em que assegura condições de uso

de acordo com o desejo manifesto da população. Como decisão resultante de um processo democrático, exige preparação prévia e esclarecimento pleno das limitações e consequências desta definição. O papel do Comitê no processo de enquadramento é fundamental, pois deve ser construído um equilíbrio entre os usos da água e do solo e a preservação do ambiente. Como pontos favoráveis a este entendimento estão o baixo nível de conflito observado na bacia e o limitado número de atividades econômicas.

- ✓ Ação 6.4 - Implantação do processo permanente de acompanhamento, monitoramento e avaliação dos critérios de outorga – o Comitê Quaraí deve implantar um processo de acompanhamento, monitoramento e avaliação dos critérios de outorga definidos pelas ações anteriores. Este processo deve iniciar pela montagem de um banco de dados e informações sobre demandas e decisões sobre outorga ou autorizações precárias de uso da água dos últimos anos, cadastros anteriores de usuários, notícias ou registros de conflitos, entre outras informações possíveis. Posteriormente, deve ser estabelecido e publicitado o meio de registro de novas demandas e críticas aos critérios adotados. Tanto as demandas como as críticas devem ser avaliadas preliminarmente por um grupo de trabalho a ser criado e levado ao plenário para, conforme o caso, conhecimento ou deliberação. Uma página web deve ser criada para registro e divulgação destes, para consulta e acompanhamento por parte da população. As decisões do Comitê sobre estes registros também devem ser disponibilizadas na mesma página. Periodicamente, o Comitê deve realizar uma avaliação sobre os critérios adotados e os registros recebidos, com a conclusão sobre a adequação dos mesmos na solução, prevenção ou mediação de conflitos. Os indicadores básicos a serem adotados nesta avaliação devem ser decididos em reunião plenária, sendo que no mínimo devem incluir o tempo de resposta às demandas e críticas recebidas, o número de conflitos antes e depois da adoção dos critérios e o grau de satisfação dos usuários de água com os critérios estabelecidos e com o processo de solução de conflitos com base nos critérios.

#### 6.11 REFERÊNCIAS UTILIZADAS E CONSULTADAS

BERNARDI, E. C. S. PANZIERA, A. G.; BURIOL, G. A.; SWAROWSKY, A. Bacia hidrográfica como unidade de gestão ambiental. *Disciplinarum Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas*, v. 13, n. 2, p. 159-168, 2012.

BOERMA, P. Watershed management: A review of the World Bank Portfolio (1990-1999). World Bank, Rural Development Department, Washington, 40 p., 2000.

BROOKS, R. H.; COREY, A. T. Hydraulic Properties of Porous Media. Hydrology Colorado State University, Fort Collins, 1964. 27 p.

DURNER, W. Hydraulic conductivity estimation for soils with heterogeneous pore structure, *Water Resources Research*, v. 30, p. 221-223, 1994.

HUANG, X. Watershed hydrology, soil, and biogeochemistry in an oak woodland annual grassland ecosystem in Sierra Foothills. 1997. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - University of California, Davis, California, 1997.

JOFREE, R.; RAMBAL, S. How tree cover influences the water balance of Mediterranean rangelands. *Ecology*. v. 74, p. 570–582. 1993.

LEWIS, D. et al. Hydrology in a California oak woodland watershed: a 17-year study. *Journal of Hydrology*, v. 240, p. 106-117, 2000.

KOSOGUI, K. Lognormal distribution model for soil water retention. *Water Resources Research*, v. 30, p. 891-901, 1996.

MACHADO, P. A. L. *Direito Ambiental Brasileiro*. 13. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2013. 1312 p.

MOEHRLEN, C.; KIELY, G.; PAHLOW M. Long term water budget in a grassland catchment in Ireland. *Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology. Oceans and Atmosphere* v. 24, p. 23-29, 1999.

PINHEIRO, J. D. et al. nlme: Linear and nonlinear mixed effects models R package version 3.1-96. 2009.

RADCLIFFE, D. E.; SIMUNEK, J. *Soil physics with Hydrus: Modelling and Applications*. CRC Press. EUA: 2010, 388 p.

ROLOFF, G.; BRAGAGNOLO, N. Strategies for successful conservation programs: The case of Paraná State, Brazil. *The Land*, p. 171-182, 1997.

van GENUCHTEN M. T. et al. The RETC Code for Quantifying the Hydraulic Functions of Unsaturated Soils, Version 1.0. EPA Report 600/2-91/065, U.S. Salinity Laboratory, USDA, ARS, Riverside, California. 1991.

SCHOENEGER, P. J. et al. Field Book for describing and sampling soils. Lincoln: Natural Resources Conservation Service, 1998. 182 p.

SWAROWSKY, A.; DAHLGREN, R. A.; O'GEEN, A. T. Linking Subsurface Lateral Flowpath Activity with Streamflow Characteristics in a Semiarid Headwater Catchment. Soil Science Society of America Journal, v. 76, p. 532, 2012.

SWAROWSKY, A. et al. Catchment-Scale Soil Water Dynamics in a Mediterranean-Type Oak Woodland. Vadose Zone Journal, v. 10, p. 800-815, 2011.

## 7. ESTIMATIVA DOS CUSTOS DAS AÇÕES

Cada uma das ações propostas foi avaliada quanto ao seu custo estimativo. Isso possibilitou a definição dos investimentos projetados e a identificação de ações sem custo direto ou com baixo custo. Nas tabelas 19 encontra-se os custos e as ações ordenadas de acordo com a sua hierarquização estabelecida no item anterior.

Tabela 19. Hierarquização das ações proposta.

Ação	Início	Duração	Responsável	Custo (R\$)	Hierarquização		
					Relevância	Urgência	Hierarquia
1.1 - Montagem de uma rede de postos de qualidade da água nos principais pontos de lazer, junto às cidades de Quaraí e Barra do Quaraí e nos principais afluentes do rio Quaraí para determinação da classe de qualidade das águas da bacia	Imediato	Permanente	ANA Parceiros: CORSAN, OSE, FEPAM, INAMA		3	2	2
1.2 - Discussão e implantação dos Planos Municipais de Saneamento	Imediato	48 meses	Prefeituras Parceiros: Prefeituras, CORSAN e FEPAM	24.000	3	3	1
1.3 - Monitoramento contínuo da ictiofauna	Imediato	permanente, com conclusão do diagnóstico em seis anos (2024)	Comitê Parceiros: ANA, IBAMA, FEPAM, DEFAP, Ministério da Pesca, INAMA, UNIPAMPA	60.000	3	2	2
1.4 - Programa de conservação e limpeza das margens do rio Quaraí	Imediato	permanente, com conclusão do estudo em seis anos (2024)	Comitê e CRQ Parceiros: ANA, IBAMA, FEPAM, DEFAP, INAMA, IPH, UNIPAMPA	60.000	3	2	2
2.1. Conexão componentes do ciclo hidrológico na bacia do rio Quaraí	Imediato	permanente, com conclusão do estudo em seis anos (2024)	Comitê e CRQ Parceiros: ANA, DINASA, INAMA, IPH, UNIPAMPA	24.000	2	1	4
2.2. Projeto Definição de critérios de outorga para irrigação e para a reservação privada na bacia	Imediato	permanente, com conclusão do estudo em seis anos (2024)	: Comitê e CRQ Parceiros: ANA, IBAMA, FEPAM, DEFAP, DRH, INAMA, IPH, UNIPAMPA		2	2	3
2.3. - Projeto Estudo de viabilidade de construção de reservatórios de usos múltiplos na bacia	Imediato	permanente, com conclusão do estudo em seis anos (2024)	Comitê e CRQ Parceiros: ANA, DRH, IPH, UNIPAMPA	240.000	2	2	3
2.4 – Discussão de intervenções binacionais na calha principal do rio Quaraí e na bacia	Imediato	permanente, com conclusão do estudo em seis anos (2024)	Comitê e CRQ Parceiros: ANA e INAMA	24.000	2	2	3
3.1 – Divulgação dos cenários de enquadramento das águas da bacia	Imediato	Permanente	Comitê	3.000	3	3	1
3.2 – Discussão interna das propostas dos planos municipais de saneamento	Imediato	48 meses	Comitê		3	3	1
4.1 – Projeto Estudo de viabilidade de medidas estruturais para convivência com as cheias	Imediato	48 meses	Comitê Parceria: Ministério das		2	2	3

Ação	Início	Duração	Responsável	Custo (R\$)	Hierarquização		
					Relevância	Urgência	Hierarquia
			Cidades, Ministério da Defesa				
4.2 – Projeto Implantação do sistema de alerta contra cheias	Imediato	permanente, com conclusão do estudo em seis anos (2024)	Comitê e prefeitura municipal de Quaraí Parceria: ANA	200.000	2	2	3
5.1 – Implantação de um Grupo de Trabalho de Educação Ambiental	Imediato	permanente, com conclusão da proposta de política em 48 meses	Comitê Parcerias: FEPAM, DEFAP, CORSAN, Prefeituras, ONGs	30.000	3	2	2
6.1 – Definição do enquadramento dos cursos de água da bacia	Imediato	2024	Comitê		3	3	1
6.2 – Definição dos usos prioritários e insignificantes da água	Imediato	2020	Comitê		3	1	3
6.3 – Implantação do processo permanente de acompanhamento, monitoramento e avaliação dos critérios de outorga	Imediato	Permanente	Comitê		3	1	3

## 7.1 ORÇAMENTO DA PROPOSTA DE SERVIÇOS AMBIENTAIS

Este orçamento reporta-se somente a proposta de instrumentalização da sub-bacia para avançar nos serviços ambientais providos pela bacia, proporcionado pela conservação de água e solo.

Tabela 20. Orçamento detalhado do projeto, com respectivas justificativas.

Itens	Valores (R\$)	Justificativa
Diárias - Custeio		
Diárias Nacionais	10.555,00	Recurso imprescindível para a intensa coleta de dados ao longo de todas as semanas do projeto científico, como também para eventuais hospedagens, combustível, alimentação, elementos básicos para a continuidade dos trabalhos.
Equipamentos - Capital		
Em5b Coletor de Dados Analógico Para sensores analógicos da METER Group, com 5 portas para sensores	41.198,00	Sistema digital de armazenamento de dados do conteúdo de água no solo da área do projeto, necessário para correlacionar com os dados meteorológicos.
Estação Meteorológica Automática	26.000,00	Equipamento de instalação fixa em campo, que mensura a temperatura, umidade do ar, velocidade e direção do vento, desvio padrão do vento, precipitação, radiação solar global, líquida e PAR, luminosidade, pressão barométrica, molhamento foliar.
EC-5 Sensor de Umidade de Solo 5 cm. Com cabo de 5 metros de comprimento e plugue stereo para conexão com loggers METER Group	36.226,00	Material extremamente necessário para monitorar o conteúdo de água no solo, determinar manchas de umidade e fluxo lateral sub-superficial.
Material de Consumo – Capital		
Análise de solo	5.500,00	Caracterização física do solo, em especial para determinação da textura, densidade do solo, porosidade total e condutividade hidráulica em meio saturado.
Publicações	6.000,00	Periódicos de alto impacto e de referência nacional e internacional, para o qual pretende-se divulgar os trabalhos e suas prospecções.
Total (R\$)	125.479,00 (Cento e Vinte e Cinco Mil Quatrocentos e Setenta e Nove Reais)	

## 8. COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA

A cobrança é um dos instrumentos de gestão de recursos hídricos definidos pela legislação. A sua existência é baseada no valor, econômico e no caráter público da água, sendo que sua implementação tem como objetivos induzir um uso racional e gerar recursos para manutenção e operacionalização do sistema de gestão. Do total dos valores a serem arrecadados, tem-se preconizado pela Lei que 8% pode permanecer para a manutenção da Agência. Assim, os valores arrecadados pela cobrança têm seu uso limitado pelo Comitê de Bacia, com exceção da parcela de 8% destinados a manutenção da Agência de Região Hidrográfica.

Como fundamento básico para iniciar a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, o Comitê Quaraí estabelece a criação da Agência de Região Hidrográfica. Trata-se da instituição devidamente credenciada para gerir os recursos econômicos arrecadados, conforme previsto nos artigos 47º e 51º da Lei Federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Valores,

e início da cobrança serão fixados oportunamente pelo Comitê Quaraí. Serão considerados não apenas os diferentes tipos de uso dos recursos hídricos, como também os locais de captação de água devidamente outorgados.

Conforme artigo 32º da Lei Estadual nº 10.350 de dezembro de 1994, os valores arrecadados na cobrança pelo uso da água serão destinados a aplicações exclusivas e não transferíveis na gestão dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Quaraí. A cobrança de valores está vinculada a existência de intervenções estruturais e não estruturais aprovadas pelo Comitê de Bacia Hidrográfica. Até 8% (oito por cento) dos recursos arrecadados na bacia poderão ser destinados ao custeio do Comitê e Agência da Bacia. Até 2% (dois por cento) dos recursos arrecadados na bacia poderão ser destinados ao custeio das atividades de monitoramento e fiscalização do órgão ambiental do estado, desde que tais ações sejam realizadas dentro dos limites da bacia hidrográfica do rio Quaraí. O valor da cobrança estabelecido pelo Comitê, em princípio, obedecerá a seguinte equação:

$$VT = K \cdot Pub \cdot A$$

Em que:

- VT = valor total.
- K = Coeficiente que varia conforme a categoria do curso de água onde se localiza o ponto de captação. Pode variar de 0 a 1, segundo o tipo de curso hídrico, que pode ser: açude particular, arroio de curso d'água permanente ou rio de caudal expressiva. Sobre este coeficiente também será ponderada as boas práticas ambientais.
- Pub = Preço Unitário Básico, a ser fixado pelo Comitê.
- A = Área irrigada, considerando-se tipo de irrigação.

Os valores atribuídos para a água destinada a dessedentação na pecuária, quando determinados pelo Comitê, serão diferenciados entre técnicas de criação utilizadas. Piscicultura e outras atividades posteriormente instauradas na região hidrográfica do rio Quaraí, mas não exploradas no texto, também serão consideradas, cujos critérios para cobrança serão preconizados pelo Comitê caso a caso. A áreas de irrigação e pecuária serão fornecidas pelo produtor, bem como sua forma de utilização e técnica. Por fim, boas práticas ambientais que orbitem manejo de água e solo serão ponderados como elementos positivos de conservação e estado estável dos recursos naturais da bacia, tendendo por parte do Comitê a reduzir os parâmetros dos coeficientes da equação para cada caso.

## 9. ENQUADRAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS

O enquadramento dos corpos de água é um instrumento de gestão para compatibilizar a qualidade hídrica com a demanda de cada afluente. A demanda é mesclada em termos sociais e econômicos, mas que se sustente a possibilidade de autodepuração. Apesar do abastecimento humano ser prioridade, a combinação dos elementos acima ocorre porque o sistema de abastecimento não capta água de todos os afluentes de uma bacia. O enquadramento não necessariamente deve estar baseado no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade.

### 9.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE AFLUENTES

Do lado brasileiro, o rio principal da bacia do rio Quaraí tem dez trechos principais, que são: 1) Espinilho; 2) Sarandi; 3) Quaraí-Mirim; 4) Garupá; 5) Camoatim; 6) Caiboaté; 7) Trecho 1 – Cabeceiras do rio Quaraí e arroio Espinilho; Trecho 2 – entre o arroio Espinilho e o arroio Sarandi; Trecho 3 – arroio Sarandi; Trecho 4 – entre o arroio Sarandi e a captação da CORSAN em Quaraí; Trecho 5 – entre a captação da CORSAN e o arroio Quaraí-mirim; Trecho 6 – arroio Quaraí-mirim; Trecho 7 – entre o arroio Quaraí-mirim e o arroio Garupá; Trecho 8 – arroio Garupá; Trecho 9 – entre o arroio Garupá e o Tres Cruces; Trecho 10 – entre o Tres Cruces e a foz. A localização de cada trecho pode ser visualizada na figura 58.



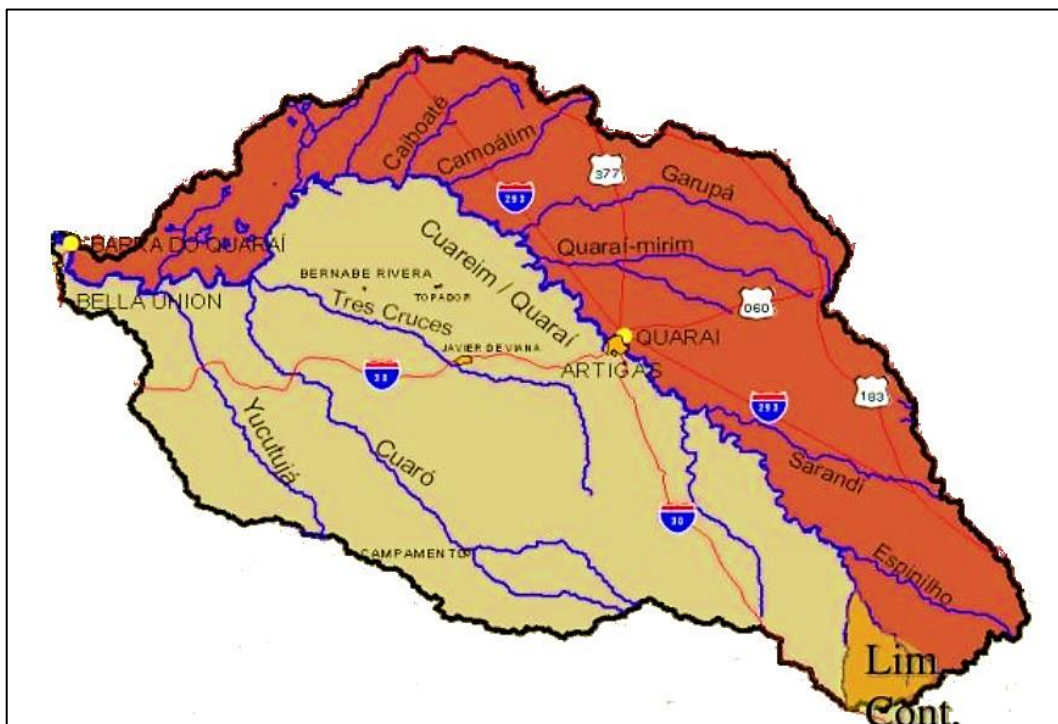


Figura 58. Divisão da bacia do rio Quaraí em trechos.

## 9.2 CLASSES DE ENQUADRAMENTO

Cabe destacar que estes trechos são facilmente identificáveis pela população local. As classes de enquadramento de água são segregadas em usos mais sensíveis quanto a qualidade e mais demandados (Figura 59). Tal divisão de usos considera a água doce, apesar de algumas captações individuais serem de água salobra e de potabilidade adequada. A classe de determinada amostra de água pode corresponder a um ou mais parâmetros de qualidade. Isso depende da ponderação de indicadores considerada pela entidade que executa o tratamento para abastecimento e de efluentes a serem lançados a jusante. Portanto, para o enquadramento de corpos hídricos, se segue a Resolução CONAMA nº 357 de 2005, não necessariamente a íntegra dos parâmetros de qualidade preconizados nesta, mas em geral o enfatizado para abastecimento humano.

USOS DAS ÁGUAS DOÇES	CLASSES DE ENQUADRAMENTO				
	ESPECIAL	1	2	3	4
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas	Classe mandatória em Unidades de Conservação de Proteção Integral				
Proteção das comunidades aquáticas		Classe mandatória em Terras Indígenas			
Recreação de contato primário					
Aquicultura					
Abastecimento para consumo humano	Após desinfecção	Após tratamento simplificado	Após tratamento convencional	Após tratamento convencional ou avançado	
Recreação de contato secundário					
Pesca					
Irrigação		Hortalças consumidas cruas e frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película	Hortalças, frutíferas, parques, jardins, campos de esporte e lazer,	Culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras	
Dessedentação de animais					
Navegação					
Harmonia paisagística					

Observação: As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água.

Figura 59. Usos da água e correspondentes classes segundo a Resolução CONAMA 357/2005. Fonte: ANA

### 9.3 USOS DO SOLO EM RELAÇÃO AO ENQUADRAMENTO

Os usos do solo estão mais detalhadamente descritos no item 2.2.1. Genericamente os usos do solo e água na bacia hidrográfica do rio Quaraí, em relação aos sub-bacias afluentes ao rio principal, são destacados a seguir: A) Espinilho e Sarandi: Os principais usos do solo são a pecuária e agricultura, e de água é respectivamente a dessedentação animal e irrigação, com razoável captação individual para consumo humano. Incremento de componentes de nitrogênio e fósforo podem ser detectados. Não há um povoamento expressivo nesta parte da bacia; B) Quaraí-Mirim e Garupá: Os principais usos do solo é urbanístico, com residências, pequenas indústrias e serviços utilizadores de recursos hídricos. A região possui tratamento parcial de efluentes domiciliares lançado a jusante, bem como parcial coleta de resíduos sólidos urbanos. Compostos complexos dissolvidos em água, bem como coliformes termotolerantes e *Escherichia Coli*, tendem a ser encontrados nos corpos hídricos a jusante da referida região urbana; C) Camoatim, Caiboaté, até a foz: Os principais usos do solo são a pecuária e a agricultura. Componentes com nitrogênio e fósforo podem ser encontrados nas proximidades de sistemas aquáticos das áreas de produção de grãos e pecuária. Meses com menos chuvas podem acarretar em escassez de água em tributários da bacia e rio principal. Isso aumenta a concentração dos parâmetros de qualidade da água no meio aquático, como também ocasiona variações nos usos.

A proposta de enquadramento possível para a bacia do rio Quaraí e que atende aos usos solicitados é a classe 2 para todos os trechos. Há duas áreas que devem ser melhor estudadas que são as circundantes ao Parque Estadual do Espinilho e uma área conhecido como butiazal, que não é uma unidade de conservação, mas tem interesse ecológico e turístico. Ainda há a proposta de criação de uma unidade de conservação no Cerro do Jarau, que foi recentemente apresentada. Sendo efetivadas essas UCs, a classe de uso das águas deve ser alterada nestes trechos.

### 9.4 LEVANTAMENTO DE DADOS PARA ENQUADRAMENTO

Levantou-se histórico de dados de qualidade de água a montante e jusante do local de captação provida para a cidade de Quaraí, pela entidade CORSAN. A primeira justificativa é que tal se trata do aproveitamento das atividades de abastecimento da referida entidade, usando seus dados de monitoramento como alternativa para caracterizar o enquadramento da bacia hidrográfica do rio Quaraí, com custo mínimo. Segundamente, a amostragem referida exercida nesta região representa a única captação em toda a bacia a prover amplo abastecimento em rede pública pelas águas superficiais do rio Quaraí. Outras cidades pertencentes a bacia hidrográfica ora não realizam o abastecimento pelo rio Quaraí, ora realizam de modo localizado e individualmente, com menor volume de captação, sendo que tal adução é oriunda majoritariamente de recursos hídricos subterrâneos. Finalmente, tal amostragem permite melhores inferências quanto as águas superficiais da bacia, isolando discussões quanto a recursos hídricos subterrâneos individuais e localizados, como também frente a dados cujo processo de abastecimento e tratamento é incompleto ou ineficaz ante padrões técnicos vigentes.

A coordenada geográfica do local de coleta a montante é 30°23'22,3" de latitude Sul e 56°28'38,5" de longitude Oeste. Já o local a jusante as coletas foram feitas em duas regiões em que: A) Jusante a 60 metros do lançamento, com coordenadas de 30°23'25,5" de latitude Sul e 56°28'42,0"; B) Jusante a 800 metros do lançamento, com coordenadas de 30°23'24,8" de latitude Sul e 56°28'42,0". Os resultados dos parâmetros de qualidade da água podem ser visualizados na íntegra no Anexo 1. Os dados levantados compõem os últimos 4 anos de amostragem, de 2015 até 2018, realizados mensalmente pela entidade CORSAN. A composição média e discussão dos parâmetros pode ser analisada na tabela 21. Os parâmetros levantados são demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), *Escherichia Coli* (EColi), nitrogênio amoniacal total (NH<sub>3</sub>), fósforo total (P<sub>total</sub>) e sólidos suspensos totais (SST). Também se utilizou os consistentes resultados de OD da base de dados da ANA (Figura 38). Os resultados finais foram relacionados a Resolução 357/2005.

### 9.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 21. Média das concentrações dos parâmetros de qualidade da água do rio Quaraí, conforme monitoramento partindo do início 2015 até o final de 2018.

Parâmetros	DBO (mg/L)		DQO (mg/L)		E <sub>coli</sub> (100 NMP/mL)		NH <sub>3</sub> (mg/L)		P <sub>Total</sub> (mg/L)		SST (mg/L)	
	M <sup>1</sup>	J <sup>1</sup>	M	J	M	J	M	J	M	J	M	J
Média <sup>3</sup>	0,95	1,50	20,20	27,00	2117,57	4563,90	< 5,0 <sup>2</sup>	< 5,0	0,08	0,11	< 24 <sup>2</sup>	< 24
Desvio Padrão	0,84	2,06	19,49	67,30	6502,55	6604,09	-	-	0,08	0,09	-	-
CV (%)	88,57	137,65	96,47	249,27	307,08	144,70	-	-	104,82	80,64	-	-
Classe Individual	1	1	NC <sup>4</sup>	NC <sup>4</sup>	4	4	1	1	1	4	-	-

<sup>1</sup> M = Montante / J = Jusante.

<sup>2</sup> Os parâmetros nitrogênio amoniacal total e sólidos suspensos totais tiveram concentrações inferiores ao limiar de detecção dos aparelhos utilizados pela entidade CORSAN. Para determinação do nitrogênio amoniacal total, considerou-se pH inferior a 7,5 nas águas do rio Quaraí, encontrados na literatura utilizada para a confecção de documento.

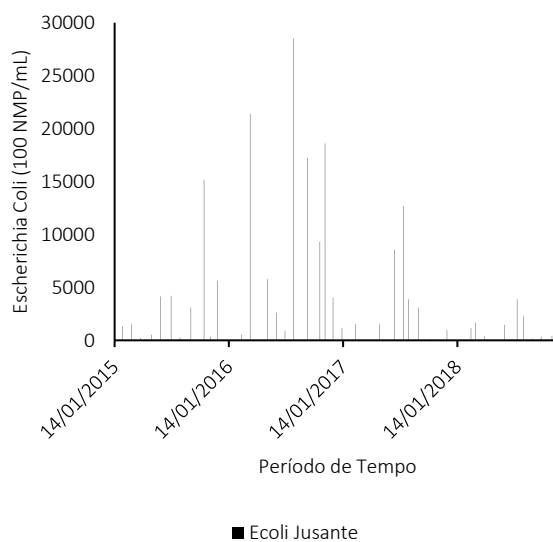
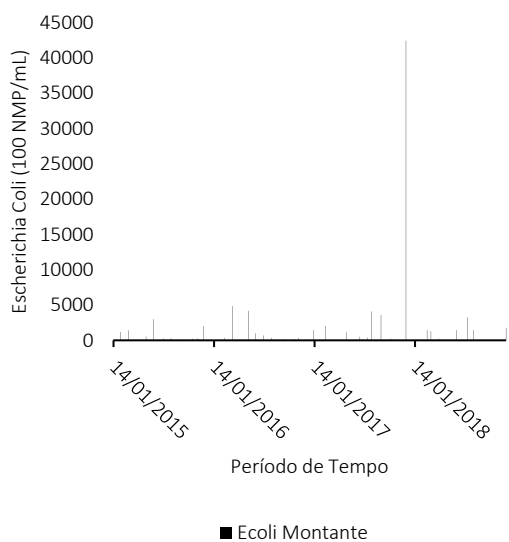
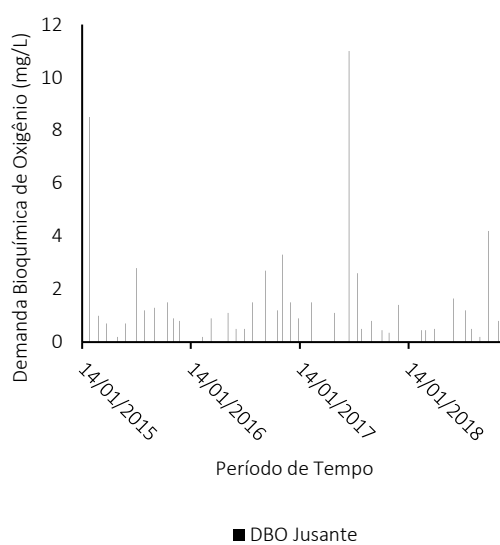
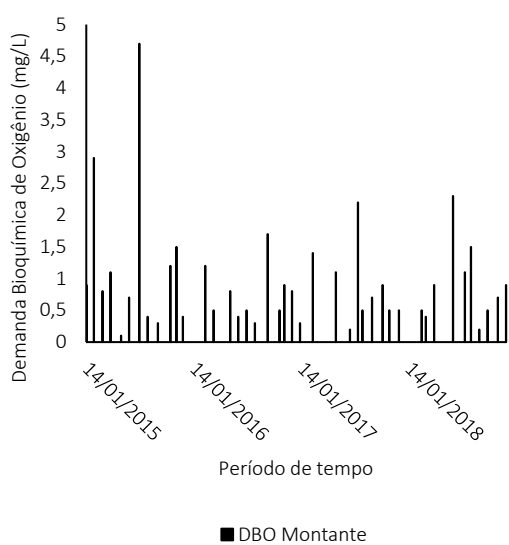
<sup>3</sup> A coleta realizada no dia 22/01/2019 não considerada no conjunto de dados, pois a mesma apenas foi feita a montante do local de coleta.

<sup>4</sup> NC significa Não Classificado frente a Resolução 357/2005.

Tabela 22. Balanço proporcional de amostras enquadradas nas respectivas classes de de usos da água, conforme monitoramento partindo do início 2015 até o final de 2018.

Parâmetros	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Demanda Bioquímica de Oxigênio - Montante (%)	98	2	0	0
Demanda Bioquímica de Oxigênio - Jusante (%)	90	5	2	2
Escherichia Coli - Montante (%)	21	21	40	17
Escherichia Coli - Jusante (%)	10	26	19	45
Fósforo Total - Montante (%)	5	45	12	38
Fósforo Total - Jusante (%)	5	5	37	53
Nitrogênio Amoniacal - Montante (%)*	0	98	0	0
Nitrogênio Amoniacal - Jusante (%)*	0	98	0	0
Proporção média (%)	29	38	14	19

\* Na resolução CONAMA 357/2005, para pH abaixo de 7,5, o nitrogênio amoniacal para classe 1 deve ser inferior a 3,7 mg/L. No mesmo pH, para classe 3, o parâmetro deve ser inferior 13,3 mg/L. Como os limites de detecção dos resultados de nitrogênio amoniacal atingiam até 5,0 mg/L, dedutivamente é possível constatar classe 2 para este parâmetro. Considerou-se o pH de 7,5 porque entende-se que o sistema aquático deste documento apresenta teores baixos, mas existentes de DQO, que é vastamente reconhecida pela acidificação da água.



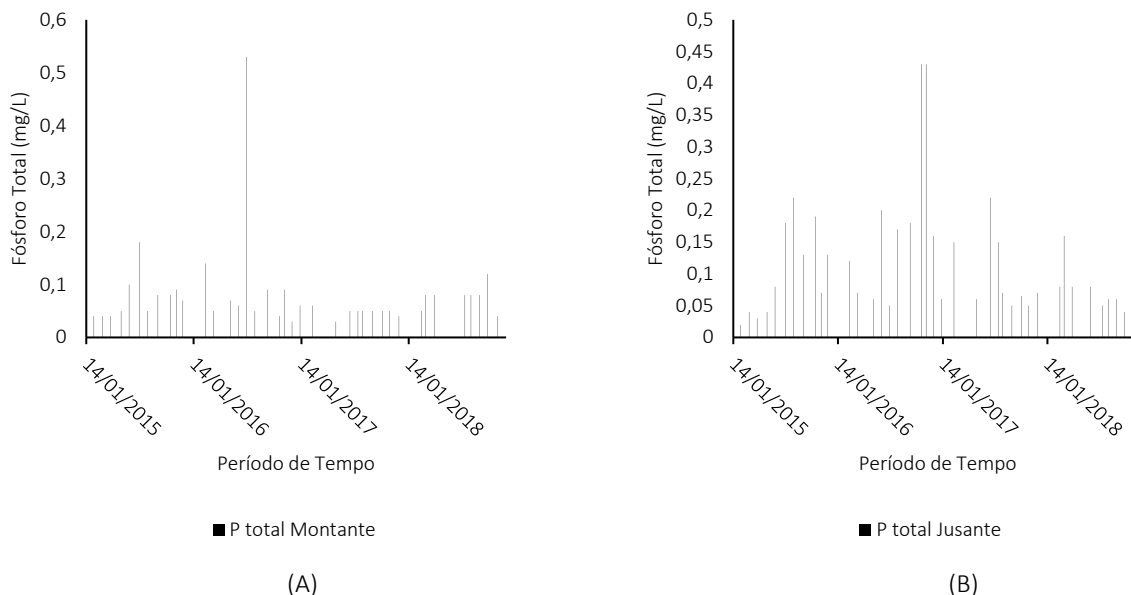


Figura 60. Comparativo entre parâmetros de qualidade da água a montante (A) e a jusante (B). Os elementos nitrogênio amoniacal e sólidos em suspensão total não foram apresentados em forma gráfica, porque não foram expostos no relatório anexado pela CORSAN os limiares inferiores aos limites de detecção dos equipamentos utilizados pela entidade.

Não foi possível enquadrar os parâmetros SST e  $\text{NH}_3$  diante do fixado pela resolução CONAMA 357/2005. Os parâmetros não preconizados na referida resolução foram comparados com a Resolução CONSEMA 355/2017, que dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. Diante do exposto, os parâmetros DQO e SST satisfazem para todas as vazões os padrões de emissão preconizados na Resolução CONSEMA 355/2017, do estado do Rio Grande do Sul. Apesar da legislação oferecer o necessário para atender ao dispositivo de enquadramento usado pela ANA, com base nos dados históricos apresentados, é possível inferir que as concentrações desses dois parâmetros não são consideradas potencialmente poluidores e ou contaminantes aos corpos hídricos do estado.

As quantidades médias constatadas de *Escherichia Coli* satisfazem os padrões de lançamento da referida resolução estadual, apesar de ser classificada como classe 4 na Resolução CONAMA 357/2005. Não somente no maior período tempo (Figura 61), mas eis que mais de 90% das amostras (Figura 60) e média da DBO (Figura 59), a montante e jusante, se enquadraram em classe 1 frente a referida legislação. Isso corrobora diretamente aos resultados históricos do monitoramento de oxigênio dissolvido (Figura 38), cuja teor médio foi de 7,56 mg/L, classificado como Classe 1.

Entende-se que isto é ocasionado pelo rio Quaraí ser um sistema aquático totalmente lótico. Naturalmente a tendência é que hidrodinâmica do manancial promove a autodepuração ao restante do corpo hídrico. Isso significa atenuação natural dos elementos orgânicos, cuja composição tenha os parâmetros acima, isto é, a decomposição aeróbia pela atividade microbiana oriunda pela reaeração do manancial, conforme conceituado no item 2.8.1. Conclui-se, frente a análise do conjunto de parâmetros obtidos e, pela tendência do número de amostras em relação ao tempo, o enquadramento final ponderado da bacia hidrográfica do rio Quaraí é classe 2.

## 9.6 ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO

Para o fósforo total, constatou-se que a montante do ponto de captação os percentuais foram majoritariamente classificados como 2, ao passo que a jusante se destacou classe 4 e 3. Para avaliar melhor tais concentrações, frente a importância do fósforo quanto as suas implicações ambientais, tem-se o item que segue. Reitera-se que as inferências neste item não modificam em nada o concluído no item 9.5.

A eutrofização é o aumento da concentração de nutrientes contendo fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos, que tem como consequência o aumento de suas produtividades<sup>1</sup>. Tal processo acontece principalmente em lagos e represas, embora possa ocorrer mais raramente em rios, uma vez que as condições ambientais destes serem mais desfavoráveis para o crescimento de algas.

São vários os efeitos indesejáveis da eutrofização, entre eles: maus odores, mudanças na biodiversidade aquática, redução na navegação e capacidade de transporte, persistência de contaminantes na água destinada ao abastecimento público. A produção de energia hidroelétrica pode ser afetada pela presença excessiva de macrófitas aquáticas. Em casos em que o sistema de abastecimento não realiza tratamento de nível secundário, toxinas podem estar presentes na água após o tratamento da água, o que pode agravar seus efeitos crônicos.

<sup>1</sup> ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1988. 574p.

Utilizado pela ANA, o Índice do Estado Trófico (IET) tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia. Ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas. Nesse índice, os resultados do índice calculados a partir dos valores de fósforo total, devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização. Isso porque este nutriente atua como o agente causador do processo. Em rios, o cálculo do IET, a partir dos valores de fósforo total, é feito pela equação proposta por LAMPARELLI (2004)<sup>2</sup>:

$$\text{IET} = 10 \cdot (6 - ((0,42 - 0,36 \cdot (\ln \cdot \text{PT}) / \ln 2))), \text{ onde o fósforo total (PT) é expresso em } \mu\text{g/L.}$$

Os valores do IET são classificados segundo classes de estado tróficos, apresentadas na tabela abaixo, juntamente com suas características. Na tabela a seguir está exposta as classes de estado trófico e suas características principais.

Tabela 23. Classe de estado trófico e suas características principais. Fonte: CETESB (2007)<sup>3</sup>; LAMPARELLI (2004).

Valor do IET	Classes de Estado Trófico	Características
= 47	Ultraoligotrófico	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
47 < IET = 52	Oligotrófico	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
52 < IET = 59	Mesotrófico	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
59 < IET = 63	Eutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
63 < IET = 67	Supereutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos.
> 67	Hipereutrófico	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com conseqüências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Partindo da média obtida do fósforo total, para montante e jusante dos pontos de captação e lançamento, respectivamente, calculou-se o IET destas. Para montante, o valor encontrado foi de 62,186, enquanto que para jusante obteve-se valor de 61,911. Logo, para a média dos dados de fósforo total, as amostras de águas coletas representam corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.

<sup>2</sup> LAMPARELLI, M. C. Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. São Paulo: USP/ Departamento de Ecologia., 2004. 235 f. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 2004.

<sup>3</sup> CETESB (2007). Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: 2006. São Paulo: CETESB, 2007. (Série Relatórios).



COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO  
DIRETORIA DE OPERAÇÕES  
SUPERINTENDÊNCIA DE TRATAMENTO

Memo. 337/19 – DECE/SUTRA

Porto Alegre, 26 de Junho de 2019.

À SUTRA, com vistas à US Quaraí.

SisProC	
Sistema de Protocolo CORSAN	
Documento	Sector
854	SUTRA-DECE
Data	
26 / 06 / 2019	

Assunto: Dados solicitados no ofício 001-2019 do Eng. Sanitarista André Gonçalves Panziera sobre o monitoramento do Rio Quaraí para estabelecer média, desvio padrão e discutir sazonalidades e usos da água, para concretizar o capítulo de enquadramento dos corpos d'água na revisão do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Quaraí.

Seguem os dados solicitados disponíveis no cadastro da Corsan. A fim de esclarecer, segue o georeferenciamento dos pontos de coleta:

Montante: S 30° 23' 22,3" W 56° 28' 38,5"

Jusante, depois renomeado Jusante 800m: S 30° 23' 25,5" W 56° 28' 43,5"

Jusante 60m: S 30° 23' 24,8" W 56° 28' 42,0"

Salientamos que os dados fornecidos são de propriedade da CORSAN, tendo sido disponibilizados exclusivamente para o fim descrito na solicitação. Não é permitida sua utilização ou divulgação para outras finalidades sem autorização da Companhia Riograndense de Saneamento.

**Eng. Filipe Machado Neves**  
Chefe do Departamento de Controle de Esgoto  
DECE/SUTRA  
(51) 3215-5697

Página 1 de 1



A US DE QUARÁ

Para disponibiliza-  
ções ao solicitante.

  
Ivan Lautert Oliveira  
Eng. Químico - CRQ V 05301942  
Sup. de Tratamento - Mat. 13205.f

0207.19



**COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO  
DIRETORIA DE OPERAÇÕES  
SUPERINTENDÊNCIA DE TRATAMENTO**

Data	Ponto	Ident. Componente	Tempo/Clima	Amostra	SSTmg/L	NiNH3mg/L N	P tot mg/L P	DQOm/L O2	DBO5mg/L O2	Ecoli NMP/100 mL	T_Am °C	
14/01/2015 13:00	Montante-Jarau Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Bom	9	< 24	0,06	0,10	28	0,9	183	27	
14/01/2015 13:20	Jusante-Jarau Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Bom	10	< 24	0,06	0,11	19	0,4	185	27	
08/02/2015 18:25	Montante Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Bom	98	< 24	0,11	0,04	19	2,9	1200	22	
08/02/2015 18:40	Jusante Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Bom	99	< 24	0,11	0,02	9,4	8,5	1340	22	
09/03/2015 15:40	Montante Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Bom	136	< 24	< 5,0	0,04	9,8	0,8	1414	26	
09/03/2015 16:00	Jusante Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Bom	137	< 24	< 5,0	0,04	9,8	1,0	1529	26	
06/04/2015 13:40	Montante Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Bom	277	< 24	9,1	0,04	19	1,1	82	19	
06/04/2015 13:55	Jusante Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Bom	278	< 24	9,6	0,03	28	0,7	203	19	
Data	Ponto	Ident. Componente	Tempo/Clima	Amostra	SSTmg/L	SSFmg/L	SSVmg/L	NiNH3mg/L N	P tot mg/L P	DQOm/L O2	Ecoli NMP/100 mL	T_Am °C
11/05/2015 09:15	Montante Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Chuvoso	370	< 24	-	-	< 5,0	0,05	30	0,1	548
11/05/2015 09:30	Jusante Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Chuvoso	371	26	-	-	< 5,0	0,04	30	0,2	548
08/06/2015 11:15	Montante Rio Quaraí	ETE Jarau	Chuvoso / Chuvoso	483	< 24	-	-	< 5,0	0,10	10	0,7	2987
08/06/2015 11:26	Jusante Rio Quaraí	ETE Jarau	Chuvoso / Chuvoso	484	< 24	-	-	< 5,0	0,08	10	0,7	4140
13/07/2015 10:05	Montante Rio Quaraí	ETE Jarau	Chuvoso / Chuvoso	584	< 24	-	-	< 5,0	0,04	31	4,7	292
13/07/2015 10:30	Jusante Rio Quaraí	ETE Jarau	Chuvoso / Chuvoso	585	44	-	-	< 5,0	0,18	31	2,8	4220
10/08/2015 13:00	Montante Rio Quaraí	ETE Jarau	Chuvoso / Chuvoso	673	< 24	-	-	< 5,0	0,05	10	0,4	272
10/08/2015 12:45	Jusante Rio Quaraí	ETE Jarau	Chuvoso / Chuvoso	674	26	-	-	< 5,0	0,22	10	1,2	256
14/09/2015 08:50	Montante Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Bom	795	< 24	-	-	< 5,0	0,08	50	0,3	120
14/09/2015 09:00	Jusante Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Bom	796	< 24	-	-	< 5,0	0,13	9,9	1,3	3076



**COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO  
DIRETORIA DE OPERAÇÕES  
SUPERINTENDÊNCIA DE TRATAMENTO**

Data	Ponto	Ident. Componente	Amostra	DBO5mg/L O2	DQOmg/L O2	Ecoli NMP/100 mL	P totmg/L P	NNH3mg/L N	OG	SSTmg/L	T_Am °C	T_Ar °C		
26/10/2015 09:32	Montante Rio Quaraí	ETE Jarau	2,01501E+14	1,2	9,4	249	0,08	< 5,0	-	30	19	15		
26/10/2015 09:45	Jusante Rio Quaraí	ETE Jarau	2,01501E+14	1,5	9,4	15150	0,19	< 5,0	-	29	19	15		
Data	Ponto	Ident. Componente	Amostra	DBO5mg/L O2	DQOmg/L O2	Ecoli NMP/100 mL	P totmg/L P	NNH3mg/L N	SSFmg/L	SSTmg/L	T_Am °C	T_Ar °C		
16/11/2015 07:45	Montante Rio Quaraí	ETE Jarau	2,01501E+14	1,5	9,8	266	0,09	< 5,0	-	33	-	23		
16/11/2015 08:05	Jusante Rio Quaraí	ETE Jarau	2,01501E+14	0,9	9,8	327	0,07	< 5,0	-	35	-	23		
07/12/2015 09:11	Jusante Rio Quaraí	ETE Jarau	2,01501E+14	0,8	450	5630	0,13	< 5,0	-	< 24	-	25		
07/12/2015 09:20	Montante Rio Quaraí	ETE Jarau	2,01501E+14	0,4	10	2010	0,07	< 5,0	-	< 24	-	25		
Data	Ponto	Ident. Componente	Tempo/Clima	Amostra	DBO5mg/L O2	DQOmg/L O2	Ecoli NMP/100 mL	P totmg/L P	NNH3mg/L N	SSFmg/L	SSTmg/L	SSVmg/L	T_Am °C	T_Ar °C
22/02/2016 09:20	Montante Rio Quaraí	ETE Jarau	-	2,02E+14	1,2	29	320	0,14	< 5,0	-	30	-	25	
22/02/2016 09:35	Jusante Rio Quaraí	ETE Jarau	-	2,02E+14	0,2	29	565	0,12	< 5,0	-	< 24	-	25	
21/03/2016 07:00	Jusante Rio Quaraí	ETE Jarau	Chuvoso / Bom	2,02E+14	0,9	9,5	21420	0,07	< 5,0	-	33	-	23	
21/03/2016 06:40	Montante Rio Quaraí	ETE Jarau	Chuvoso / Bom	2,02E+14	0,5	19	4884	0,05	< 5,0	-	25	-	23	
17/05/2016 09:00	Montante Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Bom	2,02E+14	0,8	9,2	4160	0,07	< 5,0	-	53	-	17	
17/05/2016 09:20	Jusante Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Bom	2,02E+14	1,1	9,3	5794	0,06	< 5,0	-	46	-	17	
13/06/2016 10:40	Montante Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Bom	2,02E+14	0,4	9,6	985	0,06	< 5,0	-	< 24	-	10	
13/06/2016 10:50	Jusante Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Bom	2,02E+14	0,5	9,6	2603	0,20	< 5,0	-	< 24	-	10	





**COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO  
DIRETORIA DE OPERAÇÕES  
SUPERINTENDÊNCIA DE TRATAMENTO**

Data	Ponto	Ident. Componente	Tempo/Clima	Amostra	DBO5mg/L O2	DQOmg/L O2	Ecoli NMP/100 mL	P totmg/L P	NH43mg/L N	SSFm g/L	SSTm g/L	SSVm g/L	T_Am °C	T_Ar °C
11/07/2016 12:50	Montante Rio Quaraí	ETE Jarau	Chuvoso / Chuvoso	2,02E+14	0,5	13	670	0,53	< 5,0	-	48	-	17	16
11/07/2016 13:00	Jusante Rio Quaraí	ETE Jarau	Chuvoso / Chuvoso	2,02E+14	0,5	21	906	0,05	< 5,0	-	44	-	17	16
08/08/2016 10:50	Montante Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Bom	2,02E+14	0,3	13	318	0,05	< 5,0	-	< 24	-	14	12
08/08/2016 11:00	Jusante Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Bom	2,02E+14	1,5	15	28510	0,17	< 5,0	-	29	-	14	12
21/09/2016 08:50	Jusante Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Bom	2,02E+14	2,7	33	17250	0,18	< 5,0	-	30	-	18	16
21/09/2016 09:07	Montante Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Bom	2,02E+14	1,7	26	138	0,09	< 5,0	-	< 24	-	18	16
31/10/2016 11:30	Montante Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Chuvoso	2,02E+14	0,5	64	208	0,04	10	-	< 24	-	17	28
31/10/2016 12:00	Jusante Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Chuvoso	2,02E+14	1,2	66	9330	0,20	< 5,0	-	< 24	-	17	28
16/11/2016 10:30	Montante Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Bom	2,02E+14	0,9	37	327	0,09	< 5,0	-	< 24	-	18	26
16/11/2016 10:40	Jusante Rio Quaraí	ETE Jarau	Bom / Bom	2,02E+14	3,3	33	18600	0,43	< 5,0	-	< 24	-	18	26
12/12/2016 07:45	Montante Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Bom	2,02E+14	0,8	21	12	0,03	< 5,0	-	< 24	-	22	18
12/12/2016 08:00	Jusante Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Bom	2,02E+14	1,5	23	4020	0,16	< 5,0	-	44	-	22	18



**COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO  
DIRETORIA DE OPERAÇÕES  
SUPERINTENDÊNCIA DE TRATAMENTO**

Data	Ponto	Ident. Componente	Tempo/Clima	Amostra	DBO5 mg/L O2	DQO mg/L O2	Ecoli NMP/100 mL	P.tot mg/L P	NNH3 mg/L N	SDT mg/L	SST mg/L	T_Am °C	T_Ar °C
09/01/2017 09:05	Montante Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Chuvoso / Chuvoso	2,02E+14	0,3	15	1483	0,06	< 5,0	-	26	25	25
09/01/2017 09:40	Jusante Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Chuvoso / Chuvoso	2,02E+14	0,9	19	1169	0,06	< 5,0	-	< 24	25	25
21/02/2017 09:20	Montante Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Chuvoso / Chuvoso	2,02E+14	1,4	17	2064	0,06	< 5,0	-	56	26	28
21/02/2017 09:30	Jusante Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Chuvoso / Chuvoso	2,02E+14	1,5	29	1553	0,15	< 5,0	-	36	26	28
10/05/2017 09:30	Montante Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Bom	20170090 0000494	1,1	20	1153	0,03	< 5,0	-	35	21	18
10/05/2017 10:00	Jusante Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Bom	20170090 0000495	1,1	23	1529	0,06	< 5,0	-	28	20	18
27/06/2017 09:30	Montante Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Bom	20170090 0000650	0,2	20	520	0,05	< 5,0	-	< 24	17	17
27/06/2017 09:50	Jusante Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Bom	20170090 0000651	11	35	8550	0,22	< 5,0	-	35	17	17
25/07/2017 10:15	Montante Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Bom	20170090 0000718	2,2	29	373	0,05	< 5,0	89	< 24	20	20
25/07/2017 10:30	Jusante Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Bom	20170090 0000719	2,6	21	12670	0,15	< 5,0	96	< 24	20	20
09/08/2017 09:40	Montante Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Bom	20170090 0000825	0,5	26	4106	0,05	< 5,0	-	30	16	15
09/08/2017 09:55	Jusante Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Bom	20170090 0000826	0,5	17	3873	0,07	< 5,0	-	42	16	15



**COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO  
DIRETORIA DE OPERAÇÕES  
SUPERINTENDÊNCIA DE TRATAMENTO**

Data	Porto	Ident. Componente	Tempo/Clima	Amostra	DBO5m g/L O2	DQOmg /LO2	Ecoli NMP/100 mL	P totmg/L P	NNH3 mg/L N	SDTm g/L	SSmg/L	T_Am °C	T_Ar °C
21/08/2017 09:00	Montante Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Bom	20170090 0000920	-	-	-	-	-	85	-	18	10
21/08/2017 09:20	Jusante Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Bom	20170090 0000921	-	-	-	-	-	101	-	18	10
11/09/2017 09:50	Montante Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Chuveso	20170090 0000972	0,7	25	3590	0,05	< 5,0	196	79	20	12
11/09/2017 10:05	Jusante 60m Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Chuveso	20170090 0000973	1,1	29	5200	0,04	< 5,0	291	83	20	12
11/09/2017 10:25	Jusante 800m Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Chuveso	20170090 0000974	0,5	26	2603	0,05	< 5,0	113	72	20	12
16/10/2017 09:25	Montante Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Não informado	20170090 0001087	0,9	27	228	0,05	< 5,0	86	< 24	17	20
16/10/2017 08:45	Jusante 60m Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Não informado	20170090 0001088	0,7	27	216	0,07	< 5,0	85	< 24	17	23
16/10/2017 09:00	Jusante 800m Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Não informado	20170090 0001089	0,2	24	23	0,06	6,7	79	< 24	17	23
08/11/2017 00:00	Montante Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	-	-	0,5	23	18	0,05	< 5,0	95	< 24	23	20
08/11/2017 00:00	Jusante 60m Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	-	-	0,2	23	27	0,05	< 5,0	81	< 24	22	20
08/11/2017 00:00	Jusante 800m Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	-	-	0,5	16	350	0,05	< 5,0	71	< 24	22	20
11/12/2017	Montante Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	-	-	0,5	111	42450	0,04	< 5,0	63	< 24	26	21
11/12/2017	Jusante 60m Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	-	-	1,4	14	987	0,07	< 5,0	70	39	26	21





**COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO  
DIRETORIA DE OPERAÇÕES  
SUPERINTENDÊNCIA DE TRATAMENTO**

Data	Ponto	Ident. Componente	Tempo/Clima	Amostra	DBO5mg/L O2	DQOmg/LO2	Ecoli NMP/100 mL	P totmg/L P	NNH3mg/L N	SDTmg/L	SSTmg/L	T_Am °C	T_Ar °C
22/01/2018 08:50	Montante Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Chuvoso	20180090 0000047	0,7	11	598	0,07	< 5,0	146	29	26	25
26/02/2018	Montante Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	-	-	0,5	19	1483	0,05	< 5,0	125	<24	28	30
26/02/2018	Jusante 60m Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	-	-	0,4	17	1529	0,05	< 5,0	117	<24	28	30
26/02/2018	Jusante 800m Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	-	-	0,5	17	794	0,11	< 5,0	121	<24	28	30
12/03/2018	Montante Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	-	-	0,4	12	1287	0,08	< 5,0	112	<24	22	24
12/03/2018	Jusante 60m Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	-	-	0,2	11	1483	0,16	< 5,0	125	<24	24	24
12/03/2018	Jusante 800m Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	-	-	0,7	11	1860	0,16	< 5,0	119	<24	24	24
09/04/2018 09:10	Montante Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Bom	20180090 0000358	0,9	9,5	241	0,08	< 5,0	79	< 24	24	24
09/04/2018 09:20	Jusante 60m Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Bom	20180090 0000359	0,6	8,5	213	0,06	< 5,0	79	< 24	24	24
09/04/2018 09:35	Jusante 800m Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Bom	20180090 0000360	0,4	9,9	563	0,10	< 5,0	68	< 24	24	24
13/06/2018	Montante Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	-	-	2,3	18	1450	0	< 5,0	62	30	15	6
13/06/2018	Jusante 60m Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	-	-	2	18	1483	0,07	< 5,0	64	< 24	15	6
13/06/2018	Jusante 800m Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	-	-	1,3	12	1450	0,08	< 5,0	75	< 24	15	6
23/07/2018 10:00	Montante Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Chuvoso	20180090 0000724	1,1	-	3255	0,08	ND	130	33	11	10
23/07/2018 10:25	Jusante 800m Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Chuvoso	20180090 0000726	1,2	-	3873	0,05	ND	131	25	11	10
13/08/2018	Montante Rio Quaraí	-	-	-	1,5	-	1450	0,08	ND	82	< 24	14	10
13/08/2018	Jusante 800m Rio Quaraí	-	-	-	0,5	-	2282	0,06	ND	76	< 24	14	10



**COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO  
DIRETORIA DE OPERAÇÕES  
SUPERINTENDÊNCIA DE TRATAMENTO**

Data	Ponto	Ident. Componente	Tempo/Clima	Amostra	DBO5mg/L O2	DQOmg/LO2	Ecoli NMP/100 mL	P totmg/L P	NNH3mg/L N	SDTmg/L	SSTmg/L	T_Am °C	T_Ar °C	
10/09/2018	Montante Rio Quaraí	-	-	-	0,2	-	122	0,08	ND	41	< 24	17	16	
10/09/2018	Jusante 800m Rio Quaraí	-	-	-	0,2	-	168	0,06	<LQ	20	< 24	17	16	
08/10/2018 09:40	Montante Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Bom	201800900 001067	0,5	-	120	0,12	ND	75	< 24	21	23	
08/10/2018 09:05	Jusante 800m Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Bom	201800900 001068	4,2	-	364	0,04	ND	60	< 24	21	23	
12/11/2018	Montante Rio Quaraí	-	-	-	0,7	-	115	0,09	ND	265	< 24	26	26	
12/11/2018	Jusante 800m Rio Quaraí	-	-	-	0,8	-	435	0,13	ND	120	< 24	26	26	
10/12/2018	Montante Rio Quaraí	-	-	-	0,9	-	1785	-	ND	167	< 24	24	28	
10/12/2018	Jusante 800m Rio Quaraí	-	-	-	0,4	-	703	-	<LQ	138	< 24	24	28	
Data	Ponto	Ident. Componente	Tempo/Clima	Amostra	Al dismg/L Al	Al totrmg/L Al	As totrmg/L As	Ba totrmg/L Ba	B totrmg/L B	Cd totrmg/L Cd	Pb totrmg/L Pb	Co totrmg/L Co	Cu totrmg/L Cu	Cu totrmg/L Cu
10/12/2018 08:40	Montante Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Bom	201800900 001296	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/12/2018 09:10	Jusante 800m Rio Quaraí	ETE / CR Jarau (Quaraí)	Bom / Bom	201800900 001297	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr totrmg/L Cr	DBO5mg/L O2	Ecoli NMP/100 mL	Fe dismg/L Fe	Fe totrmg/L Fe	Fe totrmg/L Fe	Li totrmg/L Li	Li totrmg/L Li	Mn dismg/L Mn	Mn totrmg/L Mn	Mn totrmg/L Mn	Hg totrug/L Hg	Mo totrmg/L Mo	Ni totrmg/L Ni	NNH3mg/L Ni
-	0,9	-	-	-	-	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	ND
-	0,4	-	-	-	-	0,13	0,13	-	-	-	-	-	-	< LQ
Ag totrmg/L Ag	Se totrmg/L Se	SSTmg/L	T_Ar °C	T_Am °C	V totrmg/L Va	Zn totrmg/L Zn	Zn totrmg/L Zn	-	-	-	-	-	-	-
-	-	167	24	24	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	138	24	24	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## OFÍCIO DE SOLICITAÇÃO


Ofício nº 01 de 2019

À  
Companhia de Riograndesne de Saneamento – CORSAN  
Superintendência Regional Fronteira - SURFRO  
Município de Quaraí - RS / Unidade Polo  
Gestor da Unidade: Tiago Moraes Dellanese

André Gonçalves Panziera, brasileiro, solteiro, Engenheiro Sanitarista e Ambiental, CREA-RS nº 201992 e CRQ-V 9745, inscrito no CPF sob o nº 028.521.610-44 e no RG nº 1073835033, residente e domiciliado à Rua Barão do Triunfo, nº 669, Bairro Bonfim, Cep nº 97.010-070, na cidade de Santa Maria - RS, vem respeitosamente à presença de Vossa Senhoria solicitar dados, de 3 a 5 anos, referentes aos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos de qualidade de água dos pontos de monitoramento desta entidade. Tal solicitação objetiva estabelecer média, desvio padrão e discutir sazonalidades e usos da água, para concretizar o capítulo de enquadramento dos corpos d'água na revisão do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Quaraí. Este que solicita é o responsável por elaborar e encaminhar ao Conselho de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul (CRH), para aprovação.

Estimando que a solicitação será atendida, esteja com meus votos de consideração.

Santa Maria, Rio Grande do Sul, aos 14 dias de maio de 2019.

  
\_\_\_\_\_  
André Gonçalves Panziera  
CREA-RS: 201992 / CRQ-V: 9745