



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
Departamento de Recursos Hídricos - DRH



**ELABORAÇÃO DE SERVIÇO DE CONSULTORIA
RELATIVO AO PROCESSO DE PLANEJAMENTO
DOS USOS DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA
DO ALTO JACUÍ - ETAPAS A E B**

RELATÓRIO SÍNTESE



Engeplus
engenharia e consultoria Ltda.

Outubro/2012



**GOVERNO DO ESTADO
DO RIO GRANDE DO SUL**
SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS - DRH



**ELABORAÇÃO DE SERVIÇO DE CONSULTORIA
RELATIVO AO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DOS
USOS DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO
JACUÍ - ETAPAS A E B**

RELATÓRIO SÍNTESE - RS



Engeplus
engenharia e consultoria Ltda.

(Outubro/2012)

QUADRO DE CODIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

Código:	EG0127-R-ERH-RS-01-00			
Título do Documento:	RELATÓRIO SÍNTESE - RS			
Aprovador:	FERNANDO FAGUNDES			
Data da Aprovação:	31/10/2012			
Controle de Revisões				
Nº da Revisão	Natureza/Justificativa	Aprovação		
		Data	Responsável	Rubrica
00	Emissão inicial	31/10/2012	Fernando Fagundes	FF

PLANEJAMENTO DOS USOS DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO JACUÍ - ETAPAS A E B

RELATÓRIO SÍNTESE - RS

ÍNDICE

1 APRESENTAÇÃO	1
2 DIAGNÓSTICO DA BACIA G050.....	4
2.1 Abrangência Territorial	5
2.2 Caracterização do Meio Socioeconômico e Demográfico.....	8
2.2.1 Indicadores Demográficos	8
2.2.2 Indicadores Econômicos.....	9
2.2.3 Indicadores Socioeconômicos	11
2.3 Caracterização do Uso e Ocupação Atual do Solo	12
2.3.1 Avaliação de Cobertura Vegetal Remanescente.....	13
2.3.2 Áreas Legalmente Protegidas.....	15
2.3.3 Análise do Uso Atual dos Solos Frente à Aptidão Agrícola	16
2.4 Avaliação da Produção de Sedimentos na Bacia	25
2.5 Estudos Hidrogeológicos e Inventário das Águas Subterrâneas.....	27
2.6 Estudos e Inventário Quantitativo das Águas Superficiais	29
2.6.1 Estudos Meteorológicos e Climatológicos.....	32
2.6.2 Avaliação das Séries Fluviométricas Existentes na Bacia Hidrográfica.....	33
2.7 Identificação e Quantificação dos Usos dos Recursos Hídricos.....	39
2.7.1 Demandas Superficiais.....	40
2.7.2 Demanda Subterrânea	44
2.8 Balanço Hídrico Quantitativo do Cenário Atual dos Recursos Hídricos.....	46
2.8.1 Balanço Hídrico para a Demanda Média Anual	47
2.8.2 Balanço Hídrico para a Demanda nos Meses sem Irrigação.....	49
2.8.3 Balanço Hídrico para a Demanda no Mês de Maior Demanda	49
2.8.4 Avaliação Acumulada do Balanço Quantitativo.....	52
2.9 Qualidade das Águas Superficiais	54
2.9.1 Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais na Situação Atual	54
2.9.2 Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais na Vazão de Referência	64
3 PROGNÓSTICO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS.....	77
3.1 Prognóstico dos Usos da Água	78
3.2 Balanço Hídrico no Horizonte de Longo Prazo – ano 2031.....	80
3.2.1 Balanço Hídrico para a Demanda Média Anual	81

3.2.2	Balanço Hídrico para a Demanda nos Meses sem Irrigação.....	83
3.2.3	Balanço Hídrico para a Demanda no Mês de Maior Demanda	85
3.2.4	Avaliação Acumulada do Balanço Quantitativo.....	87
3.3	Cargas Poluidoras.....	89
4	CENÁRIOS PARA A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	94
4.1	Manifestação das vontades de usos futuros das águas da Bacia	95
4.2	Cenários Futuros.....	102
4.2.1	Cenário de Qualidade da Água Sem Intervenções	103
4.2.2	Cenário de Qualidade da Água com Intervenções Previstas	104
4.3	Enquadramento das Águas Superficiais	108
4.3.1	Propostas de Enquadramento	108
4.3.2	Redução de Cargas Poluidoras para Efetivação do Enquadramento.....	112
4.3.3	Metas Intermediárias de Enquadramento	117
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	120
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	123

RELAÇÃO DE QUADROS E FIGURAS

RELAÇÃO DE QUADROS

Quadro 1.1: Relatórios apresentados durante o Processo de Planejamento	2
Quadro 2.1: Unidades de Planejamento e Gestão da Bacia G050.....	6
Quadro 2.2: Distribuição espacial das classes de uso e ocupação atual do solo por UPG (km ²), 2010.....	12
Quadro 2.3: Distribuição das unidades de mapeamento e das associações de solos da Bacia G050 e UPGs. Fonte: MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1973	18
Quadro 2.4: Classes de Terras para Irrigação na Bacia G050	18
Quadro 2.5: Associações de Solos e seus respectivos grupos de Aptidão Agrícola.....	18
Quadro 2.6: Características das Unidades de Mapeamento e respectivos Grupos de Aptidão Agrícola.....	21
Quadro 2.7: Critérios de avaliação da adequação de uso do solo.....	23
Quadro 2.8: Dados climatológicos das estações de Santa Maria e Passo Fundo	32
Quadro 2.9: Dados utilizados para a calibração do modelo	33
Quadro 2.10: Valores obtidos para os parâmetros calibrados.....	34
Quadro 2.11: Resultados obtidos com as séries de vazões geradas nos pontos de controle	37
Quadro 2.12: Valores de Q ₅₀ , Q ₈₀ , Q ₈₅ , Q ₉₀ e Q ₉₅ médias e específicas nos pontos de controle	38
Quadro 2.13: Resumo das demandas superficiais anuais distribuídas por sub-bacias (L/s)	40
Quadro 2.14: Resumo das demandas mensais distribuídas por sub-bacias (L/s)	41
Quadro 2.15: Resumo das demandas subterrâneas anuais distribuídas por sub-bacias (L/s).....	44
Quadro 2.16: Percentual de comprometimento da disponibilidade hídrica para vazões de referência	53
Quadro 2.17: Classificação da qualidade das águas na Bacia G050 na situação atual.....	60
Quadro 2.18: Classificação dos pontos de monitoramento de qualidade da água na situação atual	61
Quadro 2.19: Concentrações poluidoras pontuais utilizadas na modelagem	66
Quadro 2.20: Cargas poluidoras e vazões difusas quantificadas para cada sub-bacia	68
Quadro 2.21: Classificação da qualidade das águas na Bacia G050 na vazão de referência Q ₉₀	74
Quadro 3.1:Resumo da demanda hídrica superficial mensal, distribuída por sub-bacias (L/s) - ano 2031	78
Quadro 3.2: Resumo da projeção das demandas subterrâneas para 2031, por sub-bacia (L/s) - ano 2031	79
Quadro 3.3: Percentual de comprometimento da disponibilidade hídrica para vazões de referência	88
Quadro 3.4: Cargas poluidoras e vazões difusas quantificadas para cada sub-bacia	89
Quadro 4.1: Relação de eventos desenvolvidos com o apoio da Consultora	95

Quadro 4.2: Manifestação das vontades sobre os usos futuros das águas superficiais da Bacia G050 distribuídas por reuniões, curso d'água e UD	97
Quadro 4.3: Manifestação das vontades sobre os usos futuros das águas superficiais da Bacia G050 distribuídas por cursos d'água e por UD.....	99
Quadro 4.4: Manifestação das vontades sobre os usos futuros das águas superficiais da Bacia G050 distribuídas por cursos d'água e por UD.....	100
Quadro 4.5: Descrição das intervenções consideradas no estudo do cenário tendencial de qualidade da água.....	102
Quadro 4.6: Classificação das UD's no cenário sem intervenções na vazão Q_{90} , em 2031.	103
Quadro 4.7: Classificação das UD's no cenário com intervenções na vazão Q_{90} , em 2031.	104
Quadro 4.8: Proposta de enquadramento aprovada	109
Quadro 4.9: Redução de carga poluidora necessária, no cenário sem intervenções, para efetivação do enquadramento em 2031	112
Quadro 4.10: Redução de carga poluidora necessária, no cenário com intervenções, para efetivação do enquadramento em 2031	113
Quadro 4.11: Metas Intermediárias de enquadramento (2021)	117
Quadro 4.12: Redução de carga poluidora necessária, no cenário sem intervenções, para alcance das metas intermediárias, em 2021	118
Quadro 4.13: Redução de carga poluidora necessária, no cenário com intervenções, para alcance das metas intermediárias, em 2021	118

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 2.1: Mapa de Localização, Abrangência Municipal e as Unidades de Planejamento e Gestão da Bacia G050.....	7
Figura 2.2: Distribuição espacial da população residente nos municípios da Bacia Hidrográfica G050.....	8
Figura 2.3: Crescimento populacional das UPGs da Bacia G050. Fonte: IBGE - Censos Demográficos (1991/2000/2010).....	9
Figura 2.4: Crescimento do PIB e do VAB (% ano) na Bacia G050 por UPG. Fonte: FEE/Centro de Informações Estatísticas/Núcleo de Contabilidade Social & IBGE/Diretoria de Pesquisas/Coordenação de Contas Nacionais (2000-2008).....	10
Figura 2.5: Principais culturas agrícolas na Bacia G050 - 2006.....	10
Figura 2.6: Distribuição espacial do PIB Total nos municípios da Bacia Hidrográfica G050, segundo as UPGs. Fonte: FEE, 2008.....	11
Figura 2.7: IDESE da Bacia Hidrográfica G050, por UPG. Fonte: FEE (2007).....	11
Figura 2.8: Distribuição percentual das classes de uso e ocupação atual do solo na Bacia G050.....	12
Figura 2.9: Bioma e Fitofisionomias vegetais na Bacia G050. Fonte: IBGE (2004) adaptado e RADAMBRASIL (1986).....	13
Figura 2.10. Mapa de Uso e Ocupação Atual do Solo na Bacia G050.....	14
Figura 2.11: Áreas legalmente protegidas (UCs e TIs) existentes na Bacia G050. Fonte: adaptado.....	16
Figura 2.12: Classes de comprometimento das APPs com atividades agrícolas na Bacia G050.....	17
Figura 2.13: Mapa de Solos (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1973).....	19
Figura 2.14: Mapa de Adequação de Uso do Solo.....	22
Figura 2.15: Localização das estações sedimentométricas utilizadas no estudo.....	25
Figura 2.16: Mapa do aporte de sedimentos ao rio correspondente à SDR1.....	26
Figura 2.17: Mapa do aporte de sedimentos ao rio correspondente à SDR2.....	26
Figura 2.18: Mapa da produção potencial de sedimentos – USLE.....	27
Figura 2.19: Mapa Hidrogeológico da Bacia Hidrográfica G050.....	28
Figura 2.20: Rede de monitoramento pluviométrico existente.....	30
Figura 2.21: Rede de monitoramento fluviométrico existente.....	31
Figura 2.22: Isolinhas de precipitação anual.....	32
Figura 2.23: Polígonos de Thiessen.....	33
Figura 2.24: Mapa da divisão da Bacia G050 em sub-bacias.....	35
Figura 2.25: Localização dos pontos de controle.....	36
Figura 2.26: Q ₉₀ específica.....	39
Figura 2.27: Resumo das demandas superficiais anuais distribuídas por sub-bacias (L/s) ..	40
Figura 2.28: Resumo das demandas superficiais anuais distribuídas por UPG (L/s).....	41
Figura 2.29: Resumo de demandas superficiais anuais por categoria de usos (L/s).....	42

Figura 2.30: Demanda superficial total anual na bacia.....	43
Figura 2.31: Demanda superficial total no mês mais crítico (dezembro)	43
Figura 2.32: Resumo das demandas subterrâneas anuais distribuídas por sub-bacia (L/s) .	44
Figura 2.33: Resumo das demandas subterrâneas anuais distribuídas por UPG (L/s).....	45
Figura 2.34: Resumo de demandas subterrâneas anuais por categoria de usos (L/s)	45
Figura 2.35: Demanda subterrânea total anual na Bacia G050.....	46
Figura 2.36: Comprometimento da disponibilidade na situação de vazão média e demanda média anual	47
Figura 2.37: Comprometimento da disponibilidade na situação de Q_{90} e demanda média anual.....	48
Figura 2.38: Comprometimento da disponibilidade na situação de Q_{95} e demanda média anual.....	48
Figura 2.39: Comprometimento da disponibilidade na situação de vazão média, Q_{90} e Q_{95} e demanda nos meses sem irrigação (período de março a outubro).....	49
Figura 2.40: Comprometimento da disponibilidade na situação de vazão média e demanda no mês de pico (dezembro).....	50
Figura 2.41: Comprometimento da disponibilidade na situação de Q_{90} e demanda no mês de pico (dezembro)	51
Figura 2.42: Comprometimento da disponibilidade na situação de Q_{95} e demanda no mês de pico (dezembro)	51
Figura 2.43: Comprometimento de demandas para o mês de dezembro avaliado de forma incremental e acumulada	52
Figura 2.44: Mapa de localização dos pontos de monitoramento da qualidade da água.....	55
Figura 2.45: Mapa de localização das UPGs, Unidades de Diagnóstico (UD) e fontes poluidoras predominantes	56
Figura 2.46: Exemplo do procedimento de classificação adotado para os pontos de monitoramento	58
Figura 2.47: Exemplo do procedimento de classificação adotado para as UD's	59
Figura 2.48: Qualidade da água da Bacia G050 na situação atual.....	63
Figura 2.49: Espacialização das cargas poluidoras difusas totais estimadas por município. 70	
Figura 2.50: Origem das cargas poluidoras de DBO, NTK, P e Coliformes Termotolerantes71	
Figura 2.51: Exemplo de procedimento de classificação adotado para as UD's na vazão de referência	73
Figura 2.52: Classificação da qualidade da água superficial na vazão de referência Q_{90}	76
Figura 3.1: Resumo da projeção da demanda hídrica superficial para 2031, por setor usuário	79
Figura 3.2: Resumo de demandas subterrâneas anuais, por setor usuário (L/s) - ano 2031 80	
Figura 3.3: Comprometimento da disponibilidade na situação de vazão média e demanda média anual para a situação de crescimento tendencial - ano de 2031.....	81
Figura 3.4: Comprometimento da disponibilidade na situação de Q_{90} e demanda média anual para a situação de crescimento tendencial - ano de 2031	82

Figura 3.5: Comprometimento da disponibilidade na situação de Q_{95} e demanda média anual para a situação de crescimento tendencial - ano de 2031	83
Figura 3.6: Comprometimento da disponibilidade hídrica na situação de vazão média e demanda nos meses sem irrigação (março a outubro) para a situação de crescimento tendencial - ano de 2031	84
Figura 3.7: Comprometimento da disponibilidade hídrica na situação de Q_{90} e demanda nos meses sem irrigação (março a outubro) para a situação de crescimento tendencial - ano de 2031	84
Figura 3.8: Comprometimento da disponibilidade na situação de Q_{95} e demanda nos meses sem irrigação (março a outubro) para o cenário crescimento tendencial - ano 2031	85
Figura 3.9: Comprometimento da disponibilidade na situação de vazão média e demanda no mês de pico (dezembro) para a situação de crescimento tendencial - ano 2031	86
Figura 3.10: Comprometimento da disponibilidade hídrica na situação de Q_{90} e demanda no mês de pico (dezembro) para a situação de crescimento tendencial - ano 2031	86
Figura 3.11: Comprometimento da disponibilidade hídrica na situação de Q_{95} e demanda no mês de pico (dezembro) para a situação de crescimento tendencial - ano 2031	87
Figura 3.12: Comprometimento da disponibilidade, considerando as demandas para o mês de dezembro, avaliado de forma incremental e acumulada para a situação de crescimento tendencial - ano 2031	88
Figura 3.13: Espacialização das cargas poluidoras difusas totais estimadas por município no cenário tendencial	91
Figura 3.14: Comparação das cargas poluidoras de DBO, NTK, P e Coliformes Termotolerantes	92
Figura 3.15: Origem das cargas poluidoras de DBO, NTK, P e Coliformes Termotolerantes no cenário tendencial	93
Figura 4.1: Mapa da Manifestação das Vontades sobre os Usos Futuros das Águas da Bacia G050 – Cruz Alta - 15/05/2012	96
Figura 4.2: Manifestações das vontades sobre os usos futuros da água distribuídas por UD	98
Figura 4.3: Manifestações das vontades sobre os usos futuros da água distribuídas por UD	101
Figura 4.4: Classificação das UD's, no cenário sem intervenções (2031)	105
Figura 4.5: Classificação das UD's, no cenário com intervenções (2031)	107
Figura 4.6: Proposta de Enquadramento aprovada	110
Figura 4.7: Meta intermediária de enquadramento	111
Figura 4.8: Redução de carga poluidora necessária, no cenário sem intervenções, para efetivação do enquadramento em 2031	114
Figura 4.9: Redução de carga poluidora necessária, no cenário com intervenções, para efetivação do enquadramento em 2031	116
Figura 4.10: Exemplo de metas intermediárias progressivas de enquadramento. Fonte: ANA, 2009	117
Figura 4.11: Redução de carga poluidora necessária para alcance das metas intermediárias em 2021	119

1 APRESENTAÇÃO

1 APRESENTAÇÃO

Este trabalho decorre do contrato firmado com a Secretaria Estadual do Meio Ambiente – SEMA, constante do Processo Administrativo nº 004713-05.00/9.3, Tomada de Preços nº 00082/CECOM/2010, objetivando a “Elaboração de Serviço de Consultoria Relativo ao Processo de Planejamento dos Usos da Água na Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí – Etapas A e B”.

O presente documento é referente ao relatório conclusivo das duas etapas que compuseram o trabalho – Etapa A e Etapa B – e apresenta, de maneira sucinta, os resultados obtidos durante os estudos. A Etapa A englobou as atividades relativas ao Diagnóstico dos Recursos Hídricos da Bacia G050, envolvendo o levantamento e a avaliação integrada da situação atual dos recursos hídricos, englobando os aspectos relacionados às disponibilidades hídricas, às demandas, assim como a articulação de diferentes áreas do conhecimento, em especial com o uso e ocupação do solo, bem como sua interface com fatores sociais, culturais e econômicos.

Na Etapa B foram realizadas Consultas Públicas com a sociedade da Bacia, que manifestou suas vontades quanto aos usos futuros da água, o que embasou a elaboração da Proposta de Enquadramento. A proposta de enquadramento discutida e aprovada pela Plenária do Comitê, em conformidade com o Art. 8º da Resolução CNRH nº91/2008, será encaminhada ao CRH/RS para análise e deliberação, a qual irá gerar uma Resolução, que oficializará o enquadramento da Bacia em termos legais. Ainda nessa etapa foram elaborados Cenários Futuros para a Gestão dos Recursos Hídricos, os quais são de natureza quali-quantitativa.

Os resultados obtidos a partir dos estudos, desenvolvidos durante os 23 meses do processo de planejamento, foram apresentados na forma relatórios, conforme o Quadro 1.1.

Quadro 1.1: Relatórios apresentados durante o Processo de Planejamento

CÓDIGO	ETAPA	TÍTULO
PTC	AP	Plano de Trabalho Consolidado
RT1	AP	Relatório Técnico 1 – Atividades Preliminares
RT2	A	Relatório Técnico 2 - Consolidação das Informações sobre a Bacia
RT3	A	Relatório Técnico 3 - Consolidação do Diagnóstico
REA	A	Relatório de ETAPA A - Diagnóstico dos Recursos Hídricos
RT4	B	Relatório Técnico 4 - Processo de Definição do Enquadramento das Águas na Bacia
RT5	B	Relatório Técnico 5 - Cenários Futuros para a Gestão
REB	B	Relatório da ETAPA B - Cenários Futuros para a Gestão dos Recursos Hídricos da Bacia G050
RS	A, B	Relatório Síntese +Encarte

Desta forma, este relatório contempla os principais resultados dos estudos anteriormente apresentados nos Relatórios Técnicos, os quais devem ser consultados para obtenção de informações detalhadas dos temas abordados, consolidando o Processo de Planejamento das Águas Superficiais da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí.

Em síntese, o presente relatório é composto por três capítulos principais, além da Apresentação e das Considerações Finais: Diagnóstico da Bacia G050, Prognóstico das Águas Superficiais e Cenários para a Gestão dos Recursos Hídricos. O primeiro apresenta a caracterização do meio socioeconômico e demográfico, o uso e ocupação do solo, a avaliação da produção de sedimentos, os estudos hidrogeológicos, o inventário quantitativo das águas superficiais, o balanço hídrico do cenário atual e a qualidade das águas superficiais.

Já no segundo capítulo são apresentadas as taxas de crescimento das atividades econômicas de maior impacto sobre os recursos hídricos, de acordo com seu

comportamento histórico, projetando o crescimento das cargas poluidoras potenciais associadas, bem como o balanço hídrico futuro.

No terceiro capítulo se apresentam os cenários para comparação da qualidade das águas no futuro, estando incluído o cenário tendencial baseado no prognóstico de crescimento, o cenário com intervenções previstas. Além disso, o capítulo contempla ainda o enquadramento aprovado pela Plenária do Comitê, bem como as metas intermediárias de qualidade da água a serem atingidas, assim como a necessidade de redução de cargas poluidoras.

Por fim, nas considerações finais são feitas algumas recomendações para que as metas desejadas sejam, de fato, alcançadas.

2 DIAGNÓSTICO DA BACIA G050

2 DIAGNÓSTICO DA BACIA G050

Neste item são apresentados os resultados obtidos durante os estudos de elaboração do planejamento dos usos da água da Bacia G050. Os resultados alcançados permitiram realizar uma caracterização geral da Bacia, o que foi utilizado para balizar o planejamento. São apresentados dados referentes à socioeconomia, uso e ocupação do solo, sedimentos, hidrogeologia e estudos quali-quantitativos das águas superficiais.

2.1 Abrangência Territorial

A Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí está localizada na porção centro-norte do Estado do Rio Grande do Sul, na região do Planalto Médio, entre as coordenadas geográficas -28°08' - 53°09' N, -29°28' - 53°00' S, -28°14' - 52°15' E e -2 9°03' - 53°50' W.

A Bacia G050, composta por 41 municípios, ocupa uma área territorial de cerca de 13.072,14 km², representando 4,64% do total da área territorial do Rio Grande do Sul¹.

De acordo com a divisão do Sistema Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul (SERH-RS) esta bacia pertence à Região Hidrográfica do Guaíba e limita-se a noroeste com a Bacia do Rio Ijuí (U090), a norte com a Bacia do Rio da Várzea (U100), a norte-nordeste com a Bacia do Rio Passo Fundo (U020), a leste com a Bacia dos Rios Taquari-Antas (G040), a sudeste com a Bacia do Rio Pardo (G090), a sul com a Bacia do Baixo Jacuí (G070) e a sudoeste com a Bacia do Rio Ibicuí (U050).

A extensão territorial e as diferenças nos padrões de uso e ocupação do solo da Bacia produzem impactos diferenciados nas demandas e disponibilidades quali-quantitativas de água. Assim, a individualização da área de estudo em unidades de planejamento e gestão permite a análise das áreas que possuem similaridades físicas, bióticas e de ocupação antrópica, visando facilitar a proposta de enquadramento. Para a individualização das unidades de planejamento e gestão, foram considerados os seguintes critérios principais:

- **Critérios físicos:** limites geográficos das bacias (hidrografia); relevo; geomorfologia; pedologia; e possibilidade de avaliação da disponibilidade da água.
- **Critérios bióticos, socioeconômicos e políticos:** limites municipais e localização das sedes; uso e ocupação atual do solo/ cobertura vegetal; possíveis tipos de intervenções (estruturais e não estruturais) necessárias; uso atual e futuro da água nas bacias em estudo; e impactos sobre a qualidade e quantidade da água decorrentes do uso atual do solo.

Os limites das UPGs foram submetidos à Plenária do Comitê, que definiu as nomenclaturas, conforme relacionado a seguir e ilustrado no Mapa da Figura 2.1.

- Nascente do Jacuí (sub-bacia do rio Jacuí das nascentes até a PCH Cotovelo do Jacuí, incluindo a UHE Ernestina, tendo como principais afluentes da margem esquerda os arroios Espriado, Povinho, Porongos e Estivinha e na margem direita o arroio Grande e o arroio Pinheiro Torto);
- Colorado (sub-bacia do rio Jacuí, que inicia na PCH Cotovelo do Jacuí e termina na entrada do reservatório da UHE Passo Real, bem como as sub-bacias do rio Colorado, do rio da Glória, do arroio Grande, dos afluentes da margem direita e do arroio Butiá, afluente da margem esquerda);
- Passo Real (sub-bacia do reservatório da UHE Passo Real, excetuando a bacia do rio Jacuí, tendo como principais contribuintes as sub-bacias do rio Jacuí-Mirim e do rio Ingaí, ambas afluentes da margem direita do reservatório);
- Ivaí (sub-bacias do rio Jacuí, no trecho da barragem da UHE Passo Real até o fim da Bacia do Alto Jacuí, na confluência com o rio Jacuizinho. O rio Jacuí neste

¹ Considerada a área do RS de 281.734 km², conforme dado disponível em: <http://www.portal.municipal.org.br/entidades/famurs/dado_geral/ufmain.asp?ildEnt=5523> Acesso em: 19/08/2010.

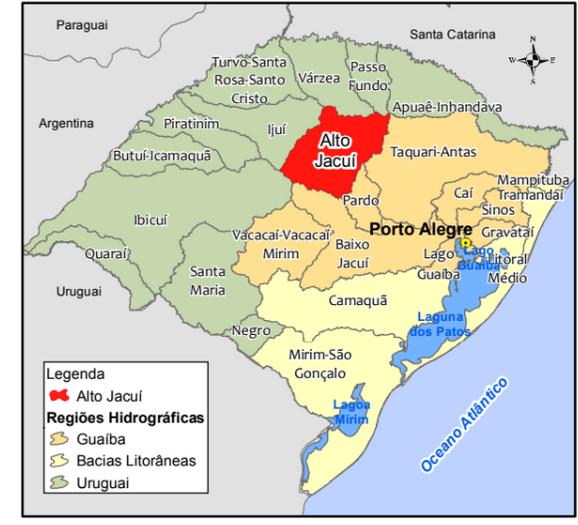
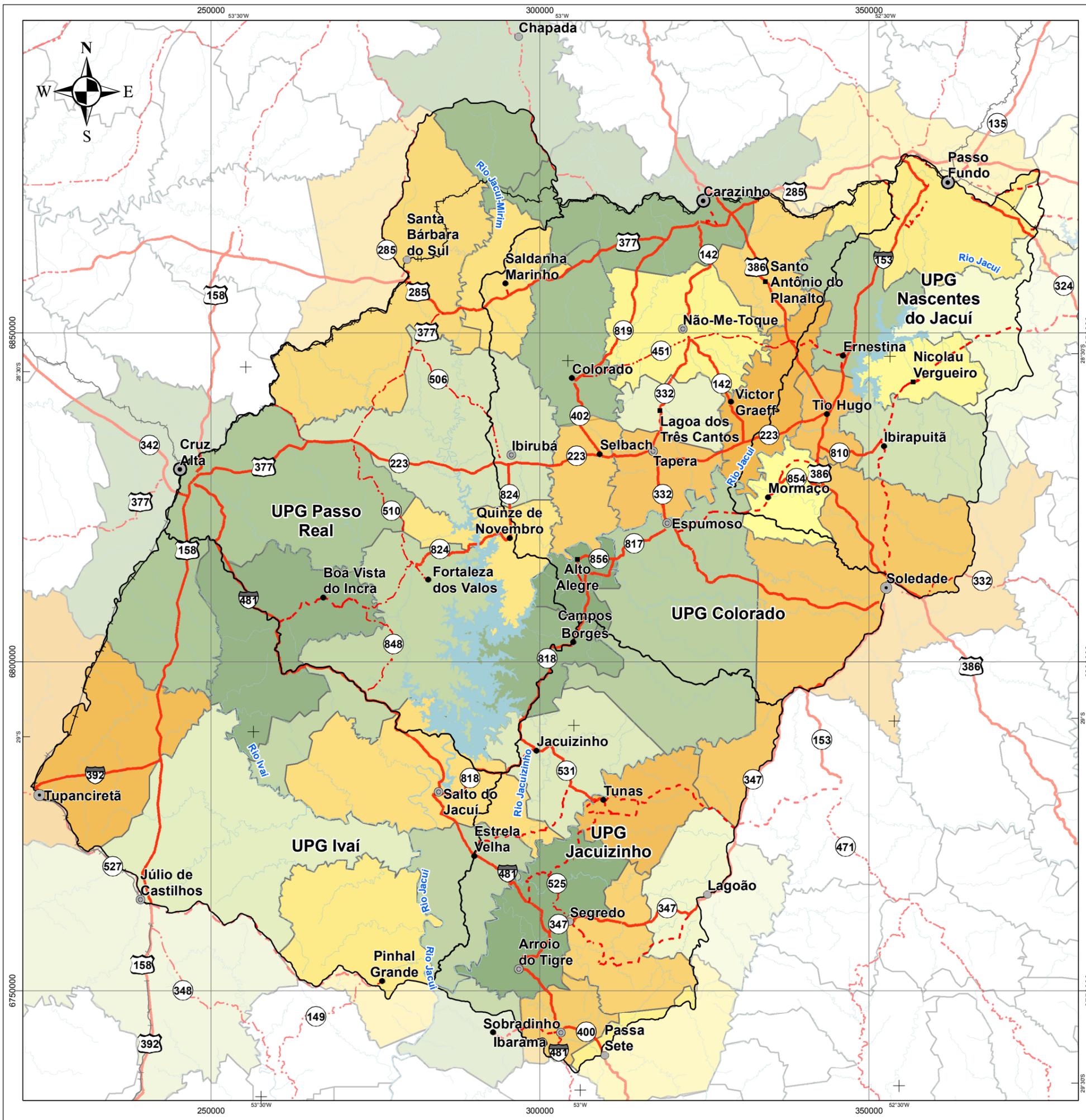
trecho tem como afluentes da margem direita o rio Ivaí, o lajeado Pelado, o arroio Reserva, o rio Ferreira e pequenos afluentes de menor importância na margem esquerda); e

- Jacuizinho (tem como limite a sub-bacia do rio Jacuizinho até a confluência no rio Jacuí. Tem como afluentes o rio dos Caixões e o arroio Lagoão na margem esquerda).

As UPGs foram adotadas como unidades territoriais para a realização do processo de execução da mobilização social e do planejamento de usos das águas superficiais. No Quadro 2.1 podem ser observadas as principais informações de cada uma das UPGs.

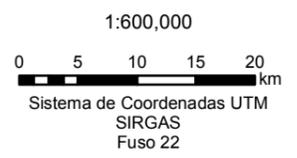
Quadro 2.1: Unidades de Planejamento e Gestão da Bacia G050

UPG	Porcentagem da Área da Bacia	Porcentagem da População da Bacia	Principais Sub-bacias
Nascente do Jacuí	14%	34%	Rio Jacuí, arroio Espraiado, arroio Povinho, arroio Porongos, arroio Estivinha e arroio Pinheiro Torto.
Colorado	25%	31%	Rio Jacuí, rio Colorado, rio da Glória, arroio Grande e arroio Butiá.
Passo Real	24%	13%	Rio Jacuí, rio Jacuí-Mirim e rio Ingaí.
Ivaí	21%	9%	Rio Jacuí, rio Ivaí, lajeado Pelado, arroio Reserva e rio Ferreira.
Jacuizinho	16%	13%	Rio Jacuizinho, rio dos Caixões e arroio Lagoão.



- Legenda**
- Hidrografia
 - Unidades de Planejamento e Gestão
 - Divisa Municipal
 - Sede municipal
 - < 2000 hab
 - 2001 - 5000 hab
 - 5001 - 10000 hab
 - 10001 - 20000 hab
 - 20001 - 50000 hab
 - > 50001 hab
 - Rodovias
 - Estadual Coincidente
 - Estadual
 - Federal
 - Sistema viário
 - Pavimentada
 - Vicinal
 - Sem pavimentação
 - Ferrovia

Fonte:
 UPG: Engeplus
 Limite e Sedes Municipais: IBGE
 Hidrografia: Carta DSG



2.2 Caracterização do Meio Socioeconômico e Demográfico

A caracterização do meio socioeconômico e demográfico, que será apresentada neste item, foi desenvolvida com o objetivo de subsidiar o planejamento da gestão dos recursos hídricos, enfocando temas que interferem direta ou indiretamente nesta questão.

A Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí se insere na Região Hidrográfica do Guaíba e seus principais cursos de água são o rio Jacuí, o arroio Espreado, o rio Glória, o rio Colorado, o arroio Butiá, o arroio Grande, o rio Jacuí-Mirim, o rio Ingaí, o rio Ivaí, o rio Jacuizinho, o rio dos Caixões e o arroio Lagoão. Sua população total, distribuída em 41 municípios, é estimada em 621,9 mil habitantes (IBGE, 2010). Verifica-se que a maioria dos municípios possui menos de 10 mil habitantes, conforme a Figura 2.2.

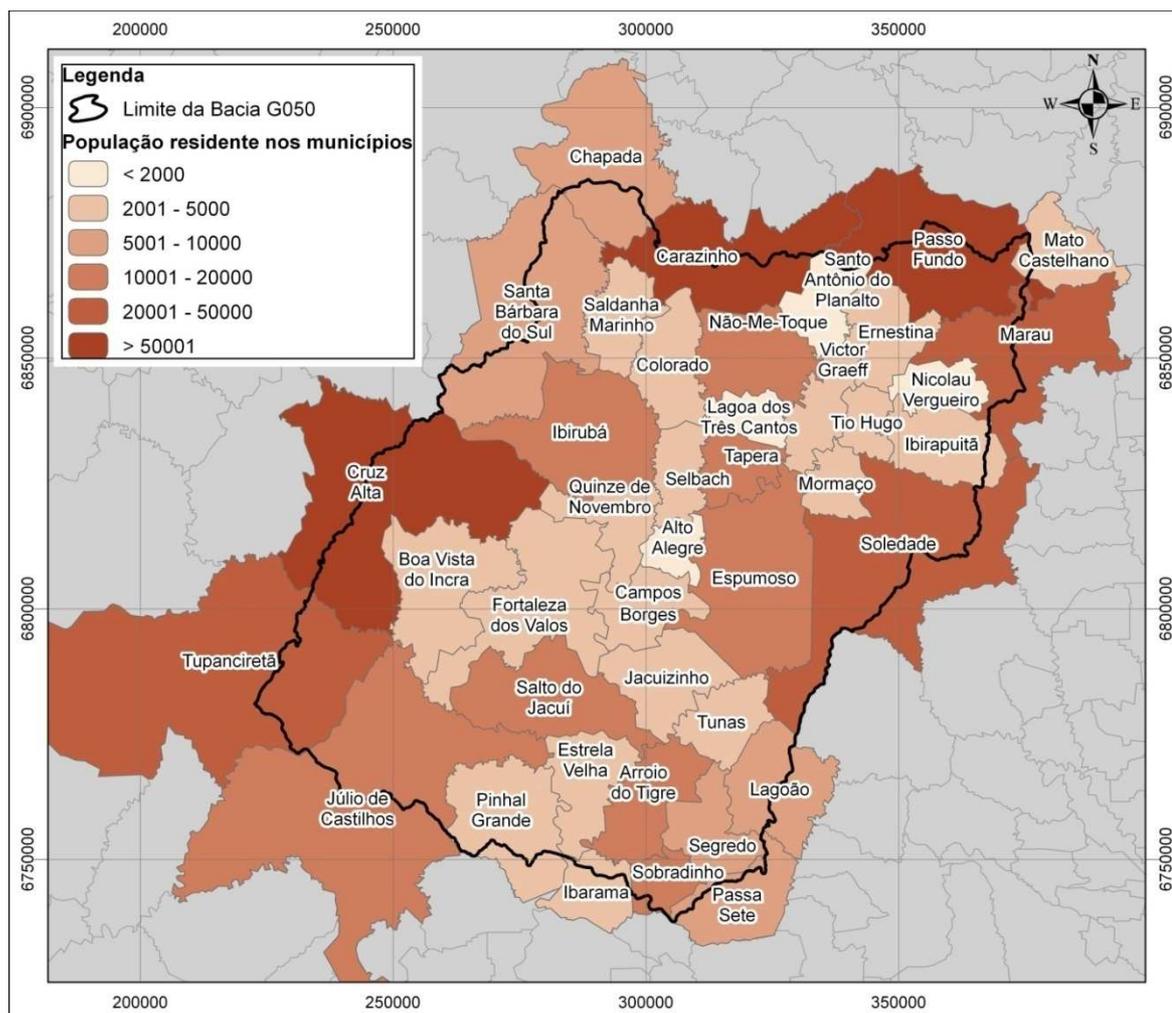


Figura 2.2: Distribuição espacial da população residente nos municípios da Bacia Hidrográfica G050

2.2.1 Indicadores Demográficos

Mais da metade da Bacia G050 formada por pequenos municípios rurais, isto é, apresentam menos de 10 mil habitantes e grau de urbanização inferior a 50%. Por outro lado, municípios como Passo Fundo (57.148 habitantes na bacia), Cruz Alta (34.468 habitantes na bacia) e Carazinho (43.413 na bacia), que juntos concentram metade da população da bacia, elevam consideravelmente o grau de urbanização de suas respectivas UPGs Nascentes de Jacuí, Passo Real e Colorado, acima da média estadual no caso das duas primeiras (97,87% e 85,98%) ou próxima a essa no caso da última (83,96%).

Quanto à população relativa (média de habitantes por km²), os municípios apresentaram em 2010 uma densidade demográfica bruta de 31,05 hab./km² e uma densidade demográfica líquida de 47,89 habitantes por km² em 2010 - consideradas aqui somente as áreas dos

municípios inseridas na bacia. As UPGs de Ivaí e Nascentes do Jacuí representam os extremos desse indicador demográfico, respectivamente 11,33 hab./km² e 90,51 hab./km².

Contudo, a evolução da população na Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí caracteriza-se por baixas taxas de crescimento nos períodos censitários 1991/2000 e 2000/2010, inclusive abaixo da média estadual em todas UPGs, exceto na UPG Nascentes do Jacuí (Figura 2.3). O desempenho verificado é provocado por elevas taxas de crescimento negativo da população rural e modestas taxas de crescimento positivo da população urbana, resultando em menor pressão sobre os recursos naturais, em especial, as águas.



Figura 2.3: Crescimento populacional das UPGs da Bacia G050. Fonte: IBGE - Censos Demográficos (1991/2000/2010)

2.2.2 Indicadores Econômicos

No que se refere à economia da Bacia do Alto Jacuí, verifica-se que a sua participação na formação do PIB do conjunto do Estado foi cerca de 6% em 2008. Em nível de UPG, o PIB concentra-se na UPG Nascentes do Jacuí com participação de 40,44% e na UPG Colorado com 26,35%. A Figura 2.4 mostra o crescimento do PIB e do Valor Adicionado Bruto setorial, período de 2000/2008, na Bacia do Alto Jacuí, segundo as UPGs.

O principal setor econômico da bacia é o agropecuário com uma participação na formação do valor adicionado bruto (VAB) de cerca de 20%. Este setor caracteriza-se basicamente pela produção das culturas do milho e da soja. As UPGs Ivaí e Jacuizinho apresentam os maiores percentuais deste setor na bacia. No período de 2000 a 2008 este setor ganhou posições em relação aos demais setores econômicos da bacia, com desempenho expressivo na UPG Ivaí, assim como em relação à participação no conjunto do Estado.

A indústria representa cerca de 18% do VAB da bacia, e concentra 4,36% do VAB estadual. Na UPG Nascentes do Jacuí o VAB industrial representa 25,9% do VAB total da UPG. A atividade industrial está concentrada nos municípios de Carazinho, na UPG Colorado, Marau e Passo Fundo, na UPG Nascentes do Jacuí, que produzem mais de 60% do VAB industrial da bacia.

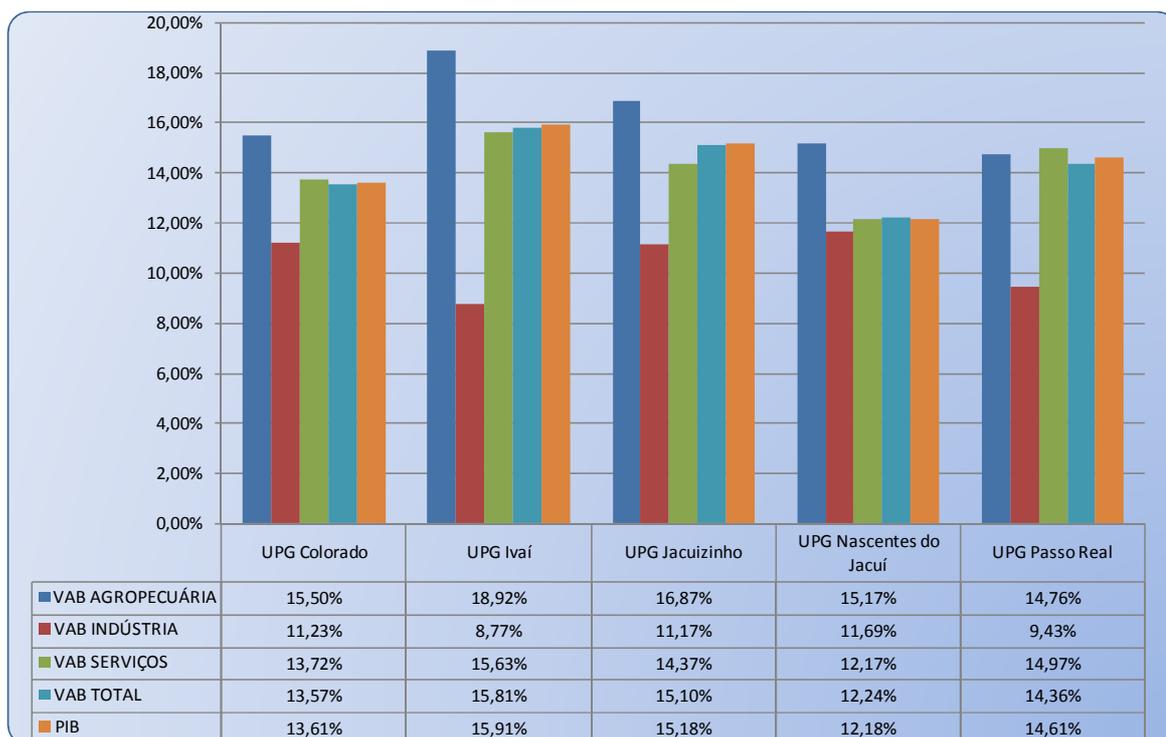


Figura 2.4: Crescimento do PIB e do VAB (% ano) na Bacia G050 por UPG. Fonte: FEE/Centro de Informações Estatísticas/Núcleo de Contabilidade Social & IBGE/Diretoria de Pesquisas/Coordenação de Contas Nacionais (2000-2008)

Em termos de produção, a bacia apresentava 65,98% da área agrícola destinada para a produção de lavouras temporárias em 2006, concentradas basicamente em duas culturas: milho e soja, conforme pode ser visualizado na Figura 2.5. Tais culturas ocupavam, no mesmo ano, 50 % da área agrícola dos estabelecimentos rurais, mostrando uma elevada concentração da produção agrícola. Nos municípios com população total inferior a 10 mil habitantes esta incidência chega a ultrapassar a 70% da área agrícola dos municípios. Nas UPGs Nascentes do Jacuí e Passo Real estes percentuais chegam ao patamar de 80% da área agrícola dos municípios que compõem as respectivas UPGs.

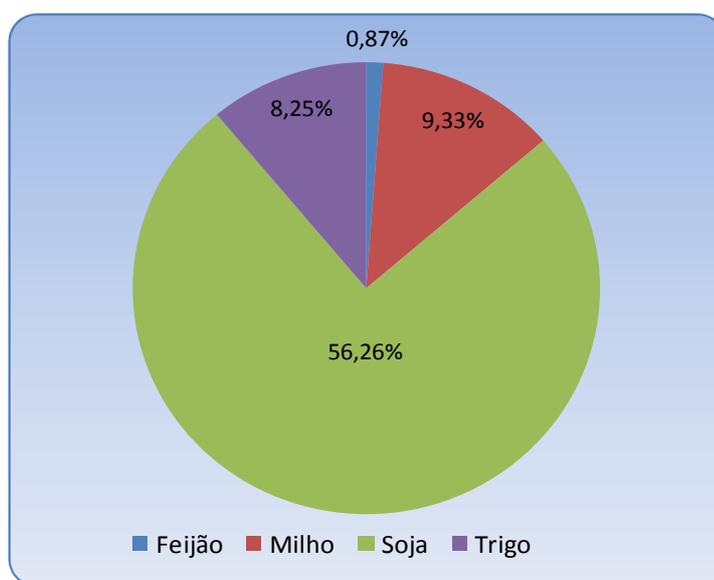


Figura 2.5: Principais culturas agrícolas na Bacia G050 - 2006

A distribuição espacial da atividade econômica nas UPGs que integram a Bacia do Alto Jacuí demonstrada por meio do PIB Total está apresentada na Figura 2.6.

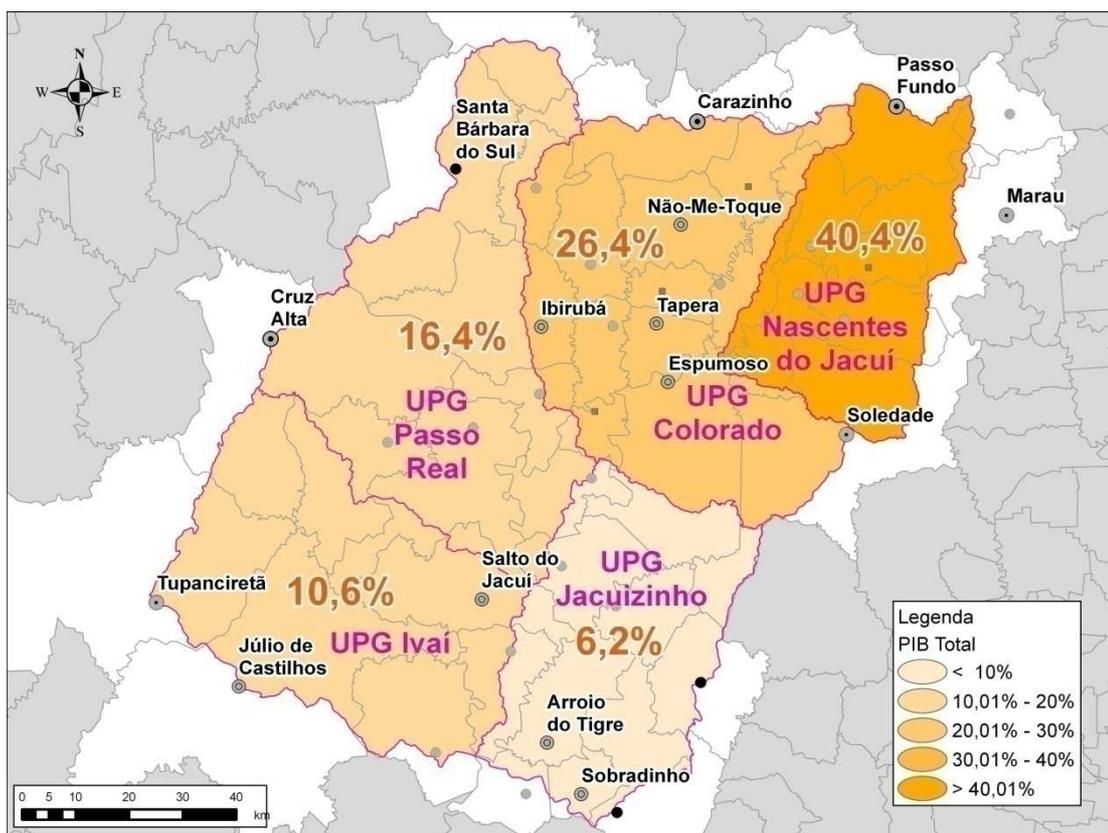


Figura 2.6: Distribuição espacial do PIB Total nos municípios da Bacia Hidrográfica G050, segundo as UPGs. Fonte: FEE, 2008

2.2.3 Indicadores Socioeconômicos

Com relação aos indicadores de qualidade de vida da população, observa-se que os municípios da bacia melhoraram seu desempenho no IDESE durante os anos 2000, mas ainda em patamar inferior a média estadual, em função do péssimo desempenho na área de saneamento. A Figura 2.7 apresenta o IDESE da Bacia por UPG. Educação, Saúde e Renda colocam a bacia em um nível de alto desenvolvimento (maior ou igual a 0,800) em todas as UPGs, exceto pelo componente Renda na UPG Ivai (0,796).

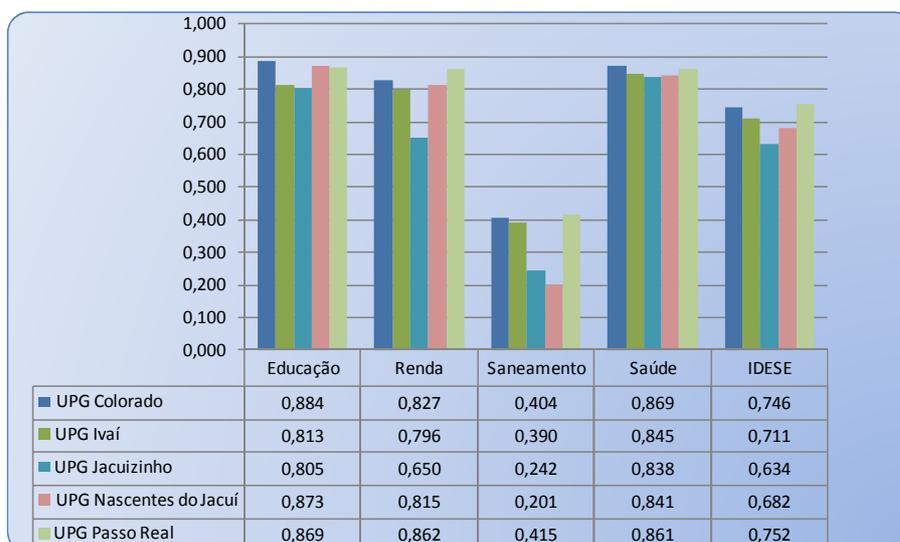


Figura 2.7: IDESE da Bacia Hidrográfica G050, por UPG. Fonte: FEE (2007)

Por outro lado, componente saneamento rebaixa todas as UPGs para o nível de baixo desenvolvimento (até 0,499), sem exceção. Aliás, os serviços de saneamento no conjunto dos municípios que integram a Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí, caracterizam-se por apresentarem desempenho muito aquém da média do conjunto do Estado. Isto revela uma situação precária da prestação dos serviços de saneamento a população na região, agravando as questões relacionadas à preservação dos recursos hídricos. De fato, em 2000, a maioria dos municípios apresentava índices elevados de domicílios ligados à fossa rudimentar, destacando-se a UPG Passo Real com um percentual de 72,97%.

2.3 Caracterização do Uso e Ocupação Atual do Solo

A avaliação do uso e ocupação do solo foi realizada com o auxílio de imagens de satélite (LANDSAT 5, com resolução de 30 m, datadas de 2010) e com informações e imagens obtidas durante viagem à Bacia. Na avaliação da Bacia G050 verifica-se o predomínio de Áreas Agrícolas (Perenes/Anuais), representando 51,01% da bacia, seguida de 31,81% com Mata Nativa/Ciliar. Esta última encontra-se distribuída, principalmente, no entorno dos cursos d'água, ou então, em estreitas faixas ciliares, em remanescentes florestais e nas áreas legalmente protegidas. A Figura 2.8 apresenta a distribuição percentual das classes de uso e ocupação do solo na área de estudo, que está espacializada na Figura 2.10. O Quadro 2.2 retrata as participações percentuais em cada UPG das classes de uso e ocupação do solo.

Quadro 2.2: Distribuição espacial das classes de uso e ocupação atual do solo por UPG (km²), 2010

Classe de Uso	Área (km ²)	Participação (%)
Áreas Agrícolas (Irrigadas/Pivôts)	80,48	0,62%
Áreas Agrícolas (Perenes/Anuais)	6668,66	51,01%
Áreas Urbanizadas	99,08	0,76%
Campos/Pastagens	1335,74	10,22%
Capoeira/Vegetação Arbustiva	241,17	1,84%
Lâmina d'água (Açudes/Curso d'Água/Barragens)	410,46	3,14%
Mata Nativa/Ciliar	4157,97	31,81%
Silvicultura	78,58	0,60%
Total	13072,14	100,00%

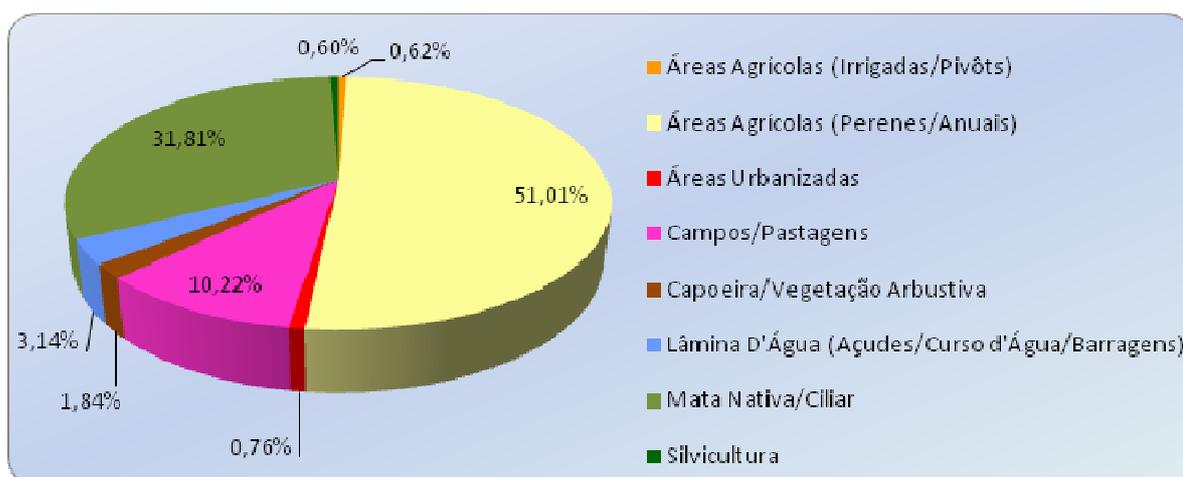


Figura 2.8: Distribuição percentual das classes de uso e ocupação atual do solo na Bacia G050

No que tange aos campos/pastagens, estão distribuídos em 10,22% da área total da Bacia G050, com maior representatividade a sudoeste e também na borda leste. E com relação às áreas de capoeiras/vegetação arbustiva, estão distribuídas em 1,84% da área total da Bacia G050, localizadas de modo homogêneo, observadas em remanescentes florestais e no

entorno dos cursos d'água, principalmente entremeadas a vegetação nativa/ciliar, em locais de ocorrência de processo de regeneração.

Ao serem analisadas as UPGs separadamente, pode-se verificar homogeneidade entre as UPGs Ivaí, Passo Real e Colorado condicionada pela maior ocorrência de áreas agrícolas (perenes/anuais) e entre as UPGs Jacuizinho e Nascentes do Jacuí, pela existência de Mata Nativa/Ciliar em maior percentual em ambas. Algumas particularidades devem ser consideradas, como é o caso da concentração dos pivôs de irrigação a noroeste das UPGs Passo Real e Ivaí, dos reservatórios das usinas de geração de energia hidrelétrica nas UPGs Passo Real, Nascentes do Jacuí e Ivaí e as áreas de campo/ pastagens com maior representatividade na UPG Ivaí e na borda sudeste da UPG Jacuizinho.

De acordo com o comparativo entre os mapas de uso gerados em 1995, pelo PRÓ-GUAÍBA e o gerado no presente trabalho, pode-se verificar que houve uma redução total nas áreas agrícolas de 4,06% e nos campos/pastagens de 60,66% entre os anos de 1995 e 2009, as quais eram as classes mais significativas em termos espaciais em 1995 na Bacia G050, tendo, em contrapartida, um aumento de área de cobertura vegetal nativa (Capoeira/ Vegetação Arbustiva, Mata Nativa/Ciliar) com variação entre 76,49% (UPG Passo Real) até 151,48% (UPG Nascentes do Jacuí), aspecto este considerado positivo em termos ambientais. Foi verificado ainda um crescimento entre 15 e 44% nas áreas urbanizadas.

2.3.1 Avaliação de Cobertura Vegetal Remanescente

A descrição da cobertura vegetal foi efetuada de modo a situar fitogeograficamente a Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí e caracterizar a vegetação originalmente encontrada na região. A Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí está inserida nos Biomas Mata Atlântica, que compreende a maior porção da bacia (81,90%) e no Pampa (18,10%), na porção sudoeste, conforme pode ser visualizado na Figura 2.9. Em termos fitogeográficos, abrange três regiões fitoecológicas: Floresta Estacional Decidual (i), Floresta Ombrófila Mista (ii) e Estepe (iii), cuja espacialização, de acordo com RADAMBRASIL (1986) para a bacia em estudo pode ser visualizada na Figura 2.9.

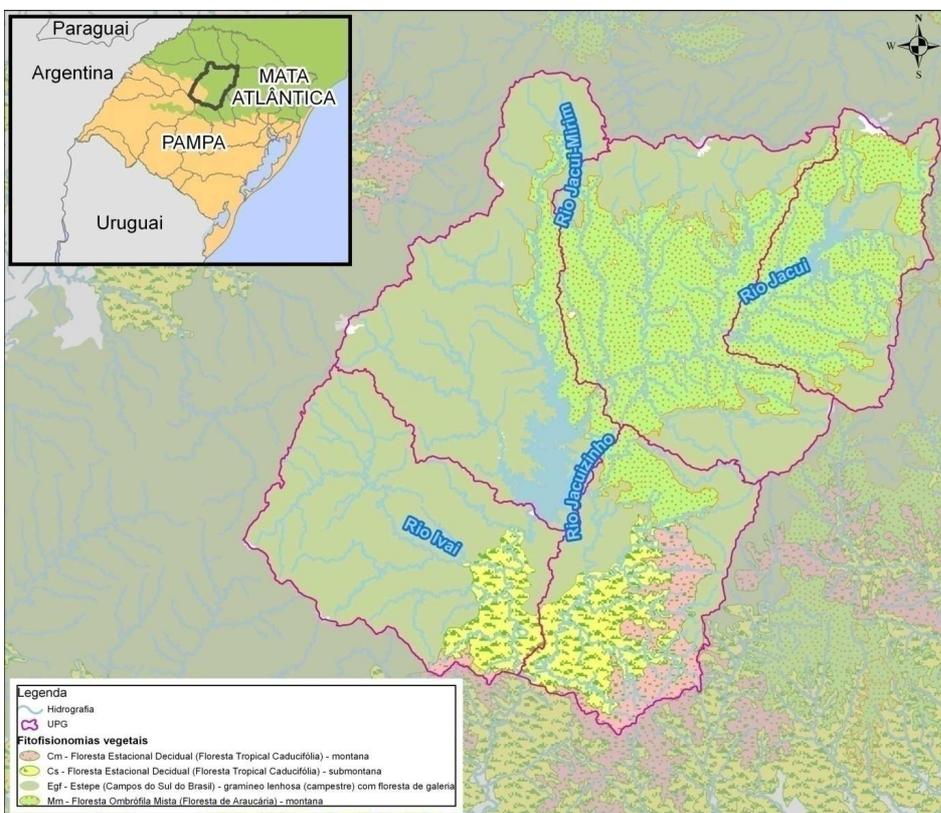
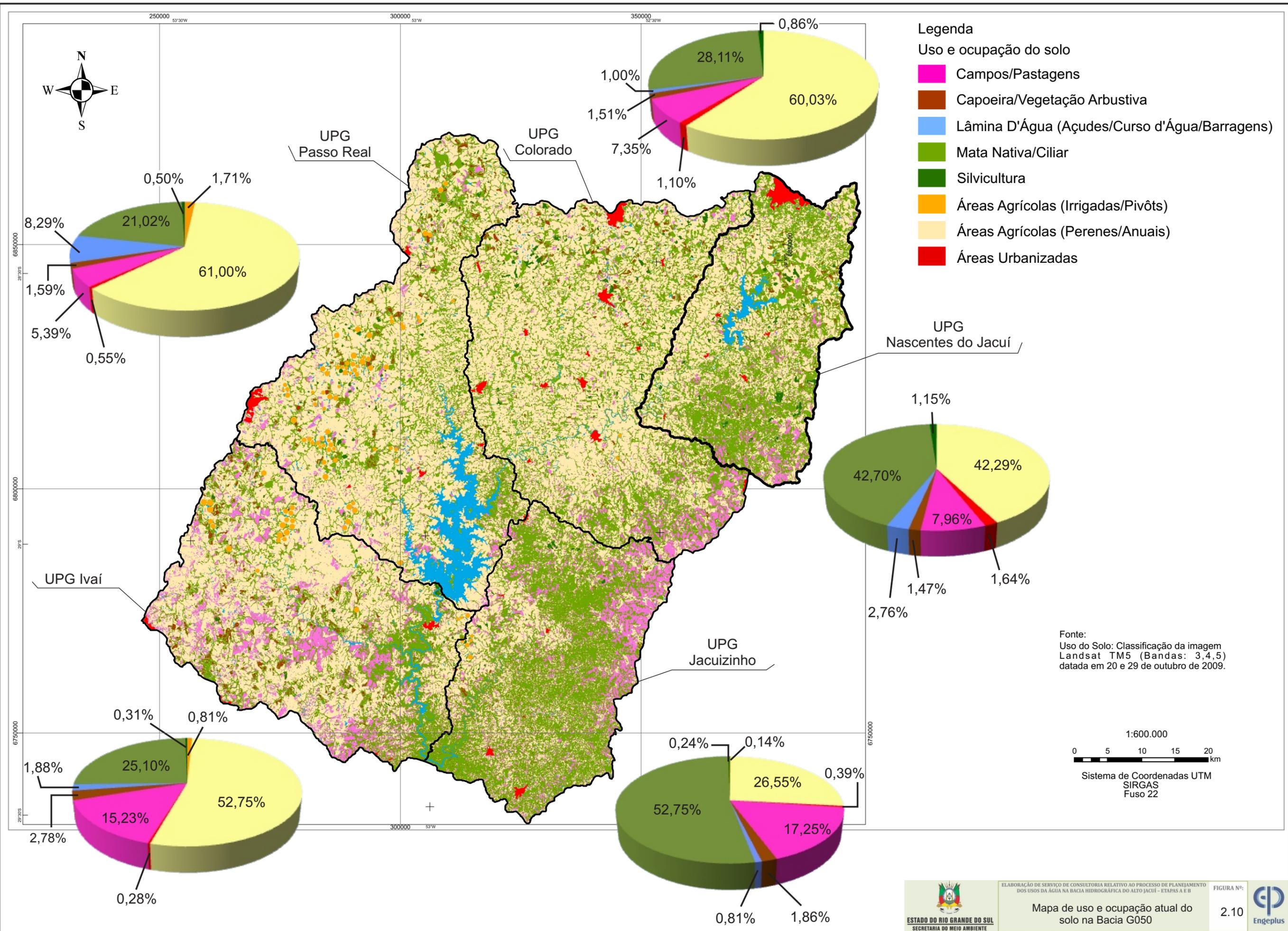


Figura 2.9: Bioma e Fitofisionomias vegetais na Bacia G050. Fonte: IBGE (2004) adaptado e RADAMBRASIL (1986)



Originalmente, a formação vegetal predominante na região fisiográfica do Planalto Médio era o campo com matas de galeria, identificado por Estepe (IBGE, 2004), perfazendo 56,82% da área total da bacia (7.409,67 km²), distribuída em todas as UPGs. No entanto, áreas ocupadas por vegetação de campo nativo são raras e mal manejadas na região, ocupadas por lavouras de soja, trigo e milho em especial, ou ocupadas pela prática da pecuária.

A Floresta Ombrófila Mista constitui uma formação cuja característica principal é o “pinheiro do Paraná” (*Araucaria angustifolia*) como árvore emergente. No estágio atual, restringe-se, via de regra, a áreas com altitude superior a 500 m e latitude superior a 24°, com ocorrência principalmente na porção noroeste da bacia, nas UPGs Colorado e Nascentes do Jacuí, perfazendo 30,83% da área da bacia (4.020,58 km²).

A Floresta Estacional Decidual, predominante ao sul da bacia, nas UPGs Jacuizinho e Ivaí, em cerca de 1.610 km² (12,35% da área da bacia), caracteriza-se por apresentar cinco estratos: herbáceo (i), arbustivo (ii), o das arvoretas (iii), o superior (iv) e o emergente (v).

No que tange à caracterização da vegetação atual, a Bacia G050 possui uma cobertura florestal, de acordo com os resultados obtidos a partir da classificação da imagem de satélite datada de 2009, de 4.399,14 km², consideradas as áreas de capoeira e florestas nativas em seus estágios médios e avançados de sucessão (33,65 % da área total da bacia), bem como 78,58 km² de reflorestamentos (0,60%).

Por fim, ao ser efetuada uma análise da evolução temporal da vegetação remanescente da bacia, conforme citado anteriormente, foi verificado um aumento considerável na área (total de 105,12%), aspecto este considerado positivo em termos ambientais, contribuindo para a proteção dos recursos hídricos.

2.3.2 Áreas Legalmente Protegidas

Foram identificadas e caracterizadas as Unidades de Conservação (UCs) existentes na Bacia G050, por meio de consultas/pesquisas junto a órgãos governamentais relacionados à temática, tais quais MMA, ICMBIO, IBAMA, FEPAM e SEMA. As Terras Indígenas (TIs) presentes na Bacia também foram levantadas.

Como resultado da pesquisa, foi identificada uma UC de Proteção Integral (Parque Natural Municipal de Sobradinho), localizada na UPG Jacuizinho e uma UC de Uso Sustentável (RPPN Maragato), localizada na UPG Nascentes do Jacuí, espacializadas no Mapa da Figura 2.11. No que tange às Terras Indígenas na área da Bacia G050, existem quatro reservas, a saber: TI Carazinho (i), TI Borboleta (ii), TI Ka'aguy Poty (iii) e Salto Grande do Jacuí (iv).

Por fim, foi avaliada a existência de Zonas de Amortecimento - ZAs na bacia. Para tanto, foram identificadas as UCs mais próximas dos limites externos da Bacia G050 e, por intermédio da utilização de ferramentas de SIG, foram criados polígonos com raio de 1000 metros no entorno de cada UC, considerados como ZAs. Como resultado foram identificadas as ZAs das UCs de usos sustentável Floresta Nacional de Passo Fundo e RPPN Fazenda Rodeio Bonito

As Áreas de Preservação Permanente dos recursos hídricos foram delimitadas conforme os critérios estabelecidos nas Resoluções CONAMA nº. 302/2002 e nº. 303/2002. Após delimitadas as APPs marginais aos corpos de água, foi realizado o cruzamento com o mapa de uso e ocupação dos solos para avaliar as classes de uso de ocorrência nas APPs, as quais, do ponto de vista legal, deveriam estar ocupadas exclusivamente com a cobertura vegetal original. Na Bacia, 1.226,80 km² foram delimitados como APP, na escala de trabalho de 1:50.000, nos quais se verificou o predomínio da classe mata nativa/ ciliar (55,84%), seguida das áreas agrícolas (perenes/ anuais) (27,38%) e das áreas cobertas com capoeira/ vegetação arbustiva (7,83%).

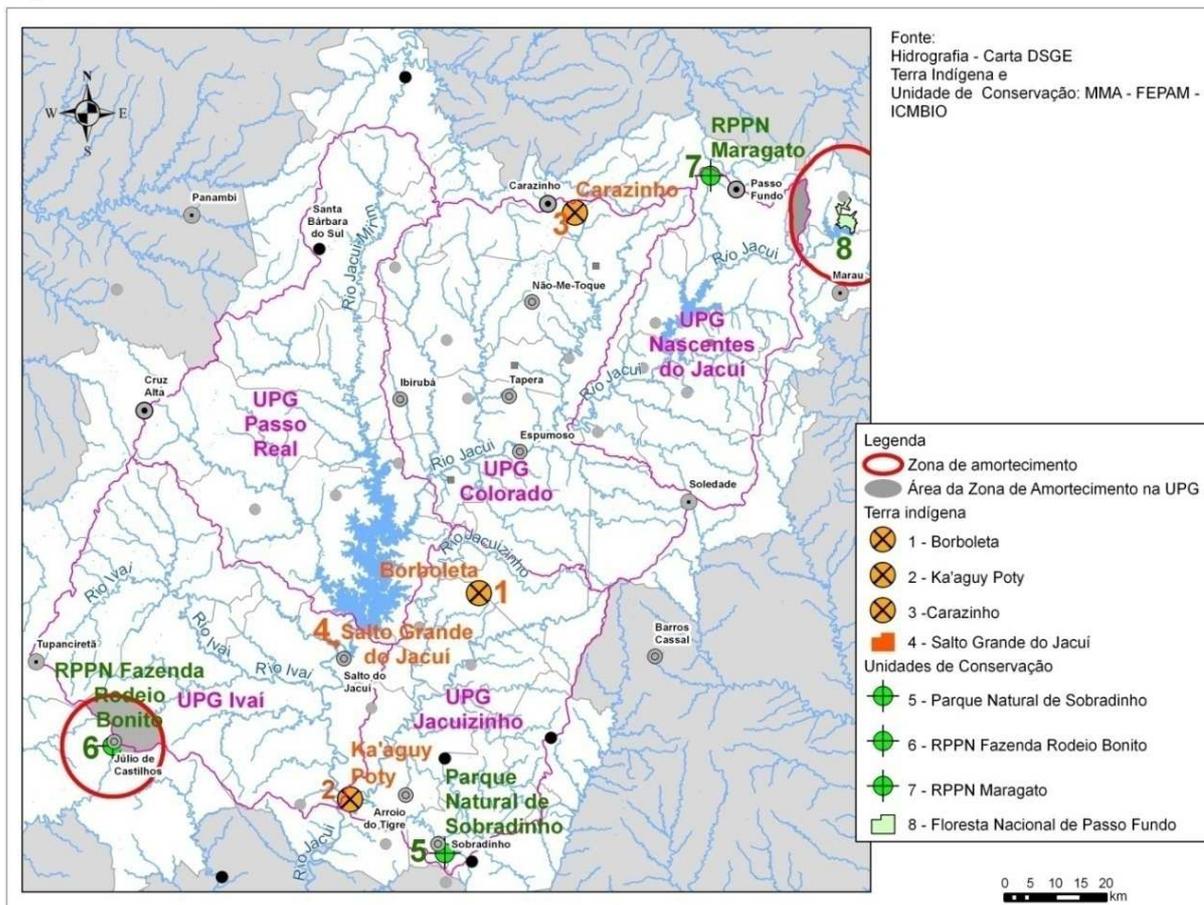


Figura 2.11: Áreas legalmente protegidas (UCs e TIs) existentes na Bacia G050. Fonte:² adaptado

As áreas de preservação permanente foram avaliadas considerando seu comprometimento devido ao uso por atividades agrícolas. A partir dessa análise, foram definidas cinco classes de comprometimento, variando desde comprometimento baixo (<10%) até comprometimento extremamente alto (>50%). Foi observado que a maior parte destas áreas (41%) tem comprometimento muito alto (de 30 a 50 %), e 34 % com alto comprometimento (entre 20 e 30% ocupado com agricultura). A Figura 2.12 apresenta as classes de comprometimento das APPs devido ao uso por atividades agrícolas.

2.3.3 Análise do Uso Atual dos Solos Frente à Aptidão Agrícola

Os solos existentes na Bacia foram descritos a partir de informações do Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Rio Grande do Sul (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1973). Foi efetuada ainda a classificação segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (EMBRAPA, 2006). A aptidão agrícola das terras da Bacia foi avaliada de acordo com os critérios contidos na publicação Aptidão Agrícola das Terras do Rio Grande do Sul - Estudos Básicos para o Planejamento Agrícola (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1978).

Os solos da Bacia G050 estão representados pela ocorrência de 7 Unidades de Mapeamento - UMs e 3 diferentes associações de solos distribuídas nos 13.072,14 km² da área em estudo, de acordo com o Quadro 2.3 e espacializados conforme a Figura 2.13.

² FEPAM/SEMA. 2009. Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e Áreas Protegidas no RS - 2009. Disponível em: < <http://www.fepam.rs.gov.br/programas/kfw.asp> > Acesso em: 08 agosto 2011.

Quadro 2.3: Distribuição das unidades de mapeamento e das associações de solos da Bacia G050 e UPGs.
Fonte: MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1973

Unidade Mapeamento/ Associação Solos	UPG Colorado		UPG Ivaiá		UPG Jacuizinho		UPG Nascentes do Jacuí		UPG Passo Real		Bacia G050	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Erechim (Ec)	1399,00	43,14	383,08	13,97	197,14	9,33	208,41	11,36	1268,62	40,40	3456,24	26,44
Passo Fundo (PF)	1368,93	42,22	126,62	4,62	61,82	2,93	907,69	49,49	812,33	25,87	3277,40	25,07
Cruz Alta (CA)	-	0,00	1097,25	40,01		0,00		0,00	856,81	27,29	1954,06	14,95
Júlio de Castilhos-Guassupi (JC-G)	395,41	12,19		0,00	597,68	28,29	431,32	23,51	89,48	2,85	1513,89	11,58
Ciríaco-Charrua (C-Ch)	78,48	2,42	0,87	0,03	925,84	43,82	3,37	0,18	112,89	3,60	1121,46	8,58
Júlio de Castilhos (JC)	-	0,00	662,85	24,17	69,26	3,28	-	0,00	-	0,00	732,11	5,60
Tupanciretã (Tu)	-	0,00	373,34	13,61		0,00	-	0,00	-	0,00	373,34	2,86
Oásis (O)	-	0,00	98,18	3,58	261,25	12,36	-	0,00	-	0,00	359,43	2,75
Erechim-Charrua (Ec-Ch)	-	0,00	-	0,00	-	0,00	164,08	8,95	-	0,00	164,08	1,26
Estação (E)	0,76	0,02	-	0,00	-	0,00	119,38	6,51	-	0,00	120,14	0,92
Total (km ²)	3242,97	100	2742,19	100	2112,98	100	1834,25	100	3140,14	100	13072,14	100

As classificações da aptidão de uso agrícola das terras baseiam-se na avaliação das qualidades e das limitações das terras, tendo por objetivo indicar as possibilidades de uso agrícola e recomendar as práticas de manejo necessárias para manter ou elevar a produtividade das terras, sem que sejam degradadas. Algumas características das Unidades de Mapeamento, bem com as classes de aptidão agrícola dos solos da Bacia G050, estão apresentadas a seguir, no Quadro 2.6.

Analisando-se a aptidão agrícola destes solos, verifica-se que a bacia conta com 9.540 km² aptos para o cultivo de lavouras anuais, desde que adotadas práticas conservacionistas intensas e 3.532 km² com restrições, ou até mesmo inaptidão de algumas áreas, para uma utilização mais intensiva do solo com esse tipo de exploração. Considerando a exploração agrícola sob regime de irrigação, os solos existentes na Bacia G050 podem ser enquadrados nas Classes 3 e 4, conforme ilustrado no Quadro 2.4.

Quadro 2.4: Classes de Terras para Irrigação na Bacia G050

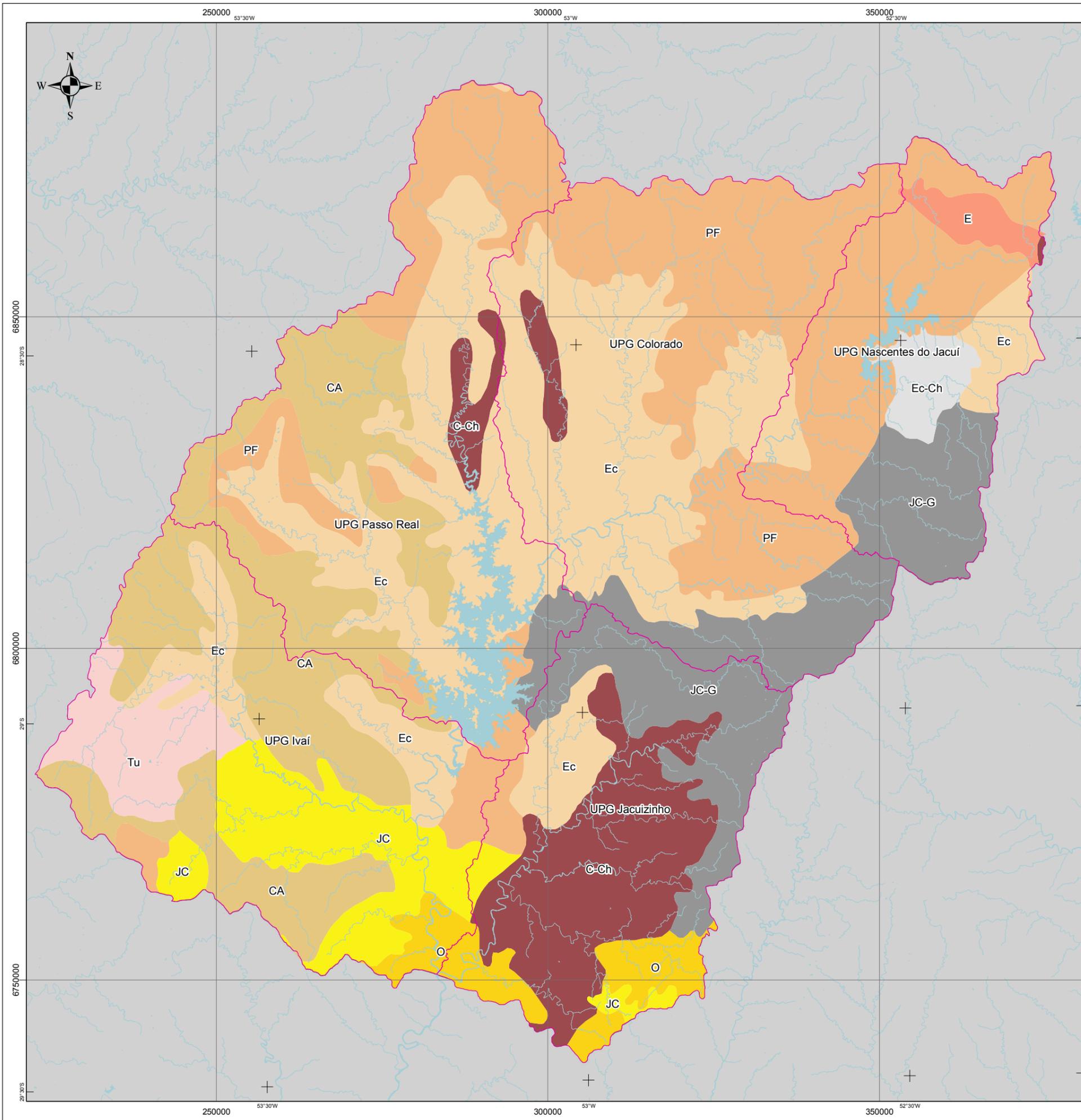
Unidades de Mapeamento/ Associação de Solos	Classes de Terra para Irrigação	
Passo Fundo (PF)	Classe 3	Apta para irrigação de culturas anuais com restrições
Cruz Alta (CA)		
Erechim (Ec)		
Júlio de Castilhos (JC)		
Estação (E)		
Ciríaco-Charrua (C-Ch)	Classe 4	Uso Especial (Culturas Permanentes)
Oásis (O)		
Erechim-Charrua (Ec-Ch)		
Júlio de Castilhos-Guassupi (JC-G)		
Tupanciretã (Tu)		

Para as associações de solos, os grupos de aptidão agrícola estão apresentados no Quadro 2.5.

Quadro 2.5: Associações de Solos e seus respectivos grupos de Aptidão Agrícola.

Associação de Solos	Grupo / Classe de Aptidão Agrícola
JC-G³	2"(a)bc
Ec-Ch	2"(a)bc
C-Ch	2"ab

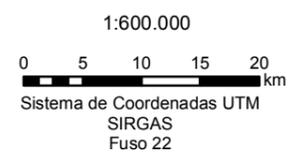
³ A aptidão agrícola das associações de solos corresponde ao componente dominante, entretanto, devem ser consideradas as limitações de uso impostas pelos demais componentes.



Legenda

- UPG
 - Hidrografia
- Unidades de Mapeamento**
- Ec Erechim
 - PF Passo Fundo
 - CA Cruz Alta
 - Tu Tupanciretã
 - JC Júlio de Castilhos
 - E Estação
 - O Oásis
- Associações de Solos**
- C-Ch Ciriaco e Charrua
 - Ec-Ch Erechim e Charrua
 - JC-G Júlio de Castilhos e Guassupi

Fonte:
 Limite da Bacia: DRH/SEMA
 Limite e Sedes Municipais: IBGE
 Hidrografia: Carta DSG
 UPG: Engeplus
 Solos: Ministério da Agricultura (1973)



A integração destas informações permitiu avaliar a situação da bacia e a correlação com os impactos do uso do solo sobre o ambiente natural existente, por intermédio da análise da adequação do uso atual do solo ao seu potencial de uso agrícola, ressaltando que a metodologia adotada e as escalas de trabalho permitem apenas a obtenção de resultados aproximados, servindo, portanto, ao propósito do presente estudo.

O resultado mais significativo obtido foi a identificação do intenso cultivo dos solos Tupanciretã com lavouras anuais, caracterizando uma superutilização, em face das suas características físicas. Essa situação ocorre na UPG Ivaí, onde 214 km² (57,4% dos 373 km² de solos Tupanciretã) são utilizados para cultivos anuais. As consequências imediatas dessa situação são a erosão do solo, a redução da sua capacidade produtiva e o carreamento dos sedimentos para os corpos d'água. Essa é uma das mais importantes questões a serem abordadas a curto prazo pelas entidades com atuação na região. Nas demais áreas da bacia, verifica-se que a aptidão das terras, de modo geral é respeitada.

Nota-se que, embora as terras, de modo geral, sejam utilizadas conforme sua aptidão agrícola, na ausência de práticas conservacionistas adequadas, pode-se identificar na Bacia situações nas quais áreas menos declivosas podem estar contribuindo com a produção de sedimentos para os recursos hídricos. Por exemplo, áreas de solos profundos em relevo suave ondulado (como solos Latossolos Vermelhos) podem ser muito sujeitas à erosão, pois, embora estejam em relevo pouco declivoso, apresentam paisagens com pendentes de grande extensão que propiciam o acúmulo de grande volume de escoamento superficial, ocasionando erosão hídrica quando o solo não está devidamente protegido por práticas conservacionistas.

A compatibilidade entre os usos do solo na Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí e seu potencial agrícola foi avaliada como indicador da sustentabilidade da utilização dos recursos de solo e da existência de possíveis problemas ambientais com reflexos sobre os recursos hídricos decorrentes da utilização atual das terras.

Assim, procedeu-se a análise da adequabilidade do uso das terras por meio da comparação entre a aptidão agrícola das terras e uso e ocupação dos solos, com base em técnicas de cruzamento e operações de tabulação cruzada entre os mapas destes temas, anteriormente apresentados, utilizando-se o *software* ArcGIS 10 e os critérios relacionados no Quadro 2.7. A metodologia adotada e as escalas de trabalho permitem apenas a obtenção de resultados aproximados, que não devem ser encarados como precisos e inquestionáveis, servindo, entretanto, ao propósito do presente estudo.

O resultado mais significativo obtido foi a identificação do intenso cultivo dos solos Tupanciretã com lavouras anuais, caracterizando uma intensidade de uso superior a sua aptidão agrícola, em face das suas características físicas. Essa situação ocorre na UPG Ivaí, onde 214 km² (57,4% dos 373 km² de solos Tupanciretã) são utilizados para cultivos anuais. As consequências imediatas dessa situação são a erosão do solo, a redução da sua capacidade produtiva e o carreamento dos sedimentos para os corpos d'água. Conforme mencionado anteriormente, essa é uma das importantes questões a serem abordadas a curto prazo pelas entidades com atuação na região.

Embora com menor expressão, constatou-se a utilização de alguns solos com usos menos exigentes, como a silvicultura, tendo em vista que o seu potencial permite a exploração com culturas anuais de maior retorno econômico. Nessa situação encontram-se apenas 352 ha, dispersos em várias UPGs.

Quadro 2.6: Características das Unidades de Mapeamento e respectivos Grupos de Aptidão Agrícola.

Unidade de Mapeamento	Grupo / Classe de Aptidão Agrícola	Graus de Limitação ao Uso Agrícola	Uso Atual	Uso Potencial
Passo Fundo	2 ^{bc}	Fertilidade Natural: Forte. São solos pobres, com pequena reserva de nutrientes aproveitáveis pelas plantas. São ácidos e com problemas de alumínio trocável. Erosão: Moderada a Forte. São suscetíveis à erosão. Com o uso contínuo das terras e sem controle da erosão, podem formar voçorocas profundas. Falta de Água: Nula. Possuem boa capacidade de armazenamento de água. Falta de Ar: Nula. São solos profundos, bem drenados e porosos, ocorrendo em relevo ondulado. Uso de Implementos: Ligeira. Devido a pequenas depressões do relevo e diferentes declividades na mesma elevação.	Esta unidade é cultivada com trigo e soja, ocorrendo também matas em galeria e campos.	Uma vez sanadas as deficiências de fertilidade através de uma calagem maciça e da adubação corretiva para Fósforo e potássio; feita conservação por meio de terraceamento e utilizadas as demais práticas racionais, podem apresentar ótimos rendimentos para as culturas anuais, principalmente trigo, milho e soja.
Cruz Alta	2 ^{(b)c}	Fertilidade Natural: Forte. São solos pobres e não apresentam grandes reservas de nutrientes. Erosão: Moderada a Forte. Podem ocorrer voçorocas com o uso contínuo e sem o devido controle. Falta de Água: Moderada. São solos arenosos, com pequena capacidade de retenção de água. Falta de Ar: Nula. São solos bem drenados, porosos, profundos, ocorrendo em relevo ondulado. Uso de Implementos: Ligeira. Praticamente não apresentam impedimentos à mecanização. A pequena limitação diz respeito aos solos hidromórficos e ao relevo ondulado.	Parte da área é utilizada com lavouras de trigo e soja, sendo o restante utilizado com pastagem natural.	Em face da suscetibilidade à erosão, exigem a adoção de práticas conservacionistas. A forte limitação pela fertilidade natural pode ser controlada através de uma adubação corretiva para Fósforo e potássio e calagem moderada, além da adubação de manutenção exigida para cada cultura. Outra prática necessária é a adubação verde, visando incorporar matéria orgânica e elevar a capacidade de retenção de cátions e de água. Uma vez corrigidas as deficiências, podem ser cultivados com a maioria das culturas, inclusive as de sistema radicular profundo.
Erechim	2 ^{(a)bc}	Fertilidade Natural: Forte. Apresentam problemas de fertilidade e alto teor de alumínio trocável. Erosão: Moderada a Forte. Quando cultivados, a erosão é reconhecida por moderados fenômenos na maior parte da área, entretanto, pode ser facilmente controlada, mas exige práticas conservacionistas intensivas (terraceamento). Falta de Água: Nula. Falta de Ar: São bem drenados, profundos e porosos, ocupando relevo ondulado. Uso de Implementos: Ligeira a Moderada. Permitem na maior parte da área o uso de máquinas agrícolas sem ou com pequenas dificuldades durante o ano inteiro.	Parte da área encontra-se com a vegetação natural de mata, com ausência de algumas espécies nativas, devido ao desmatamento; parte com campos naturais; e o restante é cultivado com trigo, soja, milho, mandioca, erva-mate e reflorestamentos.	Apresentam boas condições para o desenvolvimento de uma agricultura racional. As maiores limitações dizem respeito aos teores elevados de alumínio trocável e baixos teores de Fósforo e potássio, necessitando de fortes adubações de correção. Efetuadas as medidas corretivas, além de adubação de manutenção, utilização de variedades melhoradas, controle de pragas, doenças, invasoras e controle da erosão, as produções poderão ser aumentadas significativamente.
Júlio de Castilhos	2 ^{(a)bc}	Fertilidade Natural: Moderada. São solos fortemente ácidos, apresentando também problemas devido ao alumínio trocável. Erosão: Moderada. São solos que ocorrem em relevo ondulado, sendo moderadamente susceptíveis à erosão, que pode ser controlada através de práticas conservacionistas normais. Falta de Água: Ligeira. Falta de Ar: Nula. São solos bem drenados, ocorrendo em relevo ondulado. Uso de Implementos: Ligeira a moderada, devido à ocorrência de afloramentos de rochas e solos rasos associados, o que dificulta a mecanização em alguns locais.	São cultivados principalmente com trigo, soja e milho, porém a maior parte encontra-se com campos naturais utilizados para pastagens.	As deficiências de fertilidade natural podem ser corrigidas através da calagem maciça (mais de 5 t/ha) e adubação corretiva para Fósforo, além da adubação de manutenção exigida para cada cultura. A erosão pode ser controlada com práticas conservacionistas diversas. Uma vez corrigidas as limitações, podem ser cultivados com bons rendimentos com a maioria das culturas regionais. Quando utilizados para pastagens, pode ser feito o melhoramento do campo nativo ou implantadas pastagens cultivadas. As áreas de difícil manejo podem ser utilizadas com reflorestamento.
Estação	2 ^{(a)bc}	Fertilidade Natural: Moderada. São de fertilidade média, não possuindo grandes reservas minerais, ácidos, com algum problema de alumínio trocável e pobres em Fósforo disponível. Erosão: Moderada. Quando cultivados, a erosão é verificada em toda a área, caso não seja efetuada uma boa conservação do solo. Falta de Água: Nula a Ligeira. Falta de Ar: Nula. São bem drenados, profundos e porosos. Uso de Implementos Agrícolas: Ligeira a Moderada. Permitem o uso de máquinas agrícolas na maior parte da área, com algumas limitações devido ao relevo.	A maior parte da área é utilizada com lavouras anuais, como soja, trigo, aveia e feijão. O restante é composto por campos, com algumas pastagens cultivadas, e remanescentes de mata nativa.	Apresentam boas condições para o desenvolvimento de uma agricultura racional. As maiores limitações dizem respeito aos elevados teores de alumínio trocável e baixos teores de Fósforo, necessitando de calagem e forte adubação. As partes mais declivosas podem ser reflorestadas.
Oásis	2 ^{(ab)c}	Fertilidade Natural: Forte. São solos ácidos, com saturação de bases baixa e acidez nociva elevada. Erosão: Moderada a Forte. São muito suscetíveis à erosão, principalmente devido ao forte relevo em que ocorrem. Falta de Água: Ligeira. Podem apresentar ligeira falta de água durante parte do ano. Falta de Ar: Ligeira. Uso de Implementos Agrícolas: Moderada a Forte. O uso de máquinas agrícolas é limitado pelo relevo forte ondulado e pela presença de solos mais rasos e afloramentos rochosos.	São cultivados principalmente com batatinha, milho e feijão.	As principais limitações dizem respeito à fertilidade natural, que é baixa, e ao uso de implementos agrícolas e erosão nas áreas mais declivosas. Podem ser cultivados com bons rendimentos, desde que seja feita adubação completa e correção da acidez através da calagem (em torno de 5 t/ha). As limitações à mecanização dificilmente poderão ser corrigidas, mesmo assim, uma grande parte da área de relevo menos movimentado pode ser trabalhada. A conservação do solo pode ser efetuada através de terraceamento e outras práticas conservacionistas. As áreas mais declivosas devem ser utilizadas com culturas perenes ou reflorestamento.
Ciriaco	2 ^{ab}	Fertilidade Natural: Ligeira. Tanto os solos Ciriaco como os Charrua apresentam valores elevados de S, T e V, sem problemas de alumínio trocável, mas necessitando de correção para Fósforo. Erosão: Forte. São solos muito suscetíveis à erosão devido ao relevo acentuado em que ocorrem. Falta de Água: Nula/Ligeira. Podem apresentar ligeiros problemas de falta de água durante o verão. Falta de Ar: Nula. São solos bem drenados, ocorrendo em relevo forte ondulado a montanhoso. Uso de Implementos Agrícolas: Forte a Muito Forte, devido ao relevo, pouca profundidade do solo e a pedregosidade. Normalmente os solos Ciriaco apresentam melhores condições de aproveitamento que os Charrua, entretanto a limitação à mecanização ainda é forte.	Predomina a exploração agrícola em regime de pequena propriedade colonial, baseada no cultivo de trigo, milho, feijão, mandioca e forrageiras.	Nestes solos desenvolveu-se colonização intensa, sendo o manejo do solo, em geral, executado da maneira bastante primitiva, através de agricultura extrativa e rudimentar. Isto decorre, em parte, das boas condições químicas dos solos e do relevo adverso ao emprego de tecnologia mais avançada. A mecanização nestes solos é extremamente difícil e somente algumas ferramentas de tração animal podem ser utilizadas. Entretanto, algumas áreas onde predominam os solos Ciriaco podem ser melhor trabalhadas, necessitando a adoção de práticas conservacionistas intensivas e complexas. De uma maneira geral, a sua melhor utilização é com culturas permanentes (reflorestamento ou fruticultura).
Charrua	2 ^{a(b)}	Fertilidade Natural: Ligeira. Embora possuam elevados teores de S, T e V e baixo teor de alumínio trocável, apresentam problemas quanto ao Fósforo disponível, necessitando de correção. Erosão: Forte. São muito suscetíveis à erosão principalmente devido ao relevo acentuado. Falta de Água: Nula a Ligeira. Podem apresentar limitações durante os meses de verão. Falta de Ar: Nula. Uso de Implementos Agrícolas: Forte a Muito Forte. Devido a serem muito rasos, apresentam muita pedregosidade, além de ocuparem relevo forte ondulado a montanhoso. Mesmo quando o relevo é menos acidentado, é forte a limitação à mecanização, devido a intensa pedregosidade e pequena espessura do solo.	São muito cultivados com pequenas lavouras de culturas regionais, como milho, feijão, trigo e batatinha, além de fruteiras como citros, rosáceas e videira. No restante da área encontra-se a vegetação natural modificada pelo corte de várias essências.	Assim como os solos Ciriaco, a sua melhor utilização é com culturas permanentes (reflorestamento ou fruticultura).
Tupanciretã	4p	Fertilidade Natural: Forte. São solos arenosos, muito pobres e com pequena reserva de nutrientes para as plantas. Erosão: Moderada, mesmo ocorrendo em relevo suavemente ondulado, pois suas condições físicas são desfavoráveis (textura superficial muito arenosa). Falta de Água: Moderada. São solos arenosos com pouca capacidade de retenção de água. Falta de Ar: Nula. São solos profundos e bem drenados. Uso de Implementos: Ligeira, devido a ocorrência de solos hidromórficos associados.	A maior parte da área encontra-se com campos naturais utilizados para pastagens, ocorrendo também lavouras de cultivos anuais (soja, trigo e milho).	Segundo o Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Rio Grande do Sul, os solos bem drenados podem ser cultivados, desde que adotadas práticas conservacionistas intensivas e correções de fertilidade. Entretanto, de acordo com a classificação de aptidão agrícola apresentada adiante, são inaptos para lavouras anuais, independentemente do nível de manejo adotado, o que caracteriza a sua atual sobre-utilização.
Guassupi	5(s)n	Fertilidade Natural: Moderada a Forte. São solos ácidos, com alguns problemas de alumínio trocável e deficiências de Fósforo. Erosão: Forte. São rasos, ocorrendo em relevo ondulado e forte ondulado. Falta de Água: Forte. Como são solos rasos, apresentam problemas de falta de água durante os períodos secos de verão. Falta de Ar: Nula. São bem drenados. Uso de Implementos Agrícolas: Forte, devido a pouca profundidade, aos afloramentos de rochas e a pedregosidade.	Estes solos são utilizados com campo natural para pastagens.	São solos difíceis de serem cultivados, devendo-se evitar a aração. A melhor utilização é para pastagem, com o melhoramento dos campos através da correção da fertilidade natural, introdução de novas espécies e pastejo controlado. As áreas onde os impedimentos são maiores podem ser reflorestadas.

A Figura 2.14, adiante, apresenta o mapa da bacia com o resultado da análise da adequação de uso do solo.

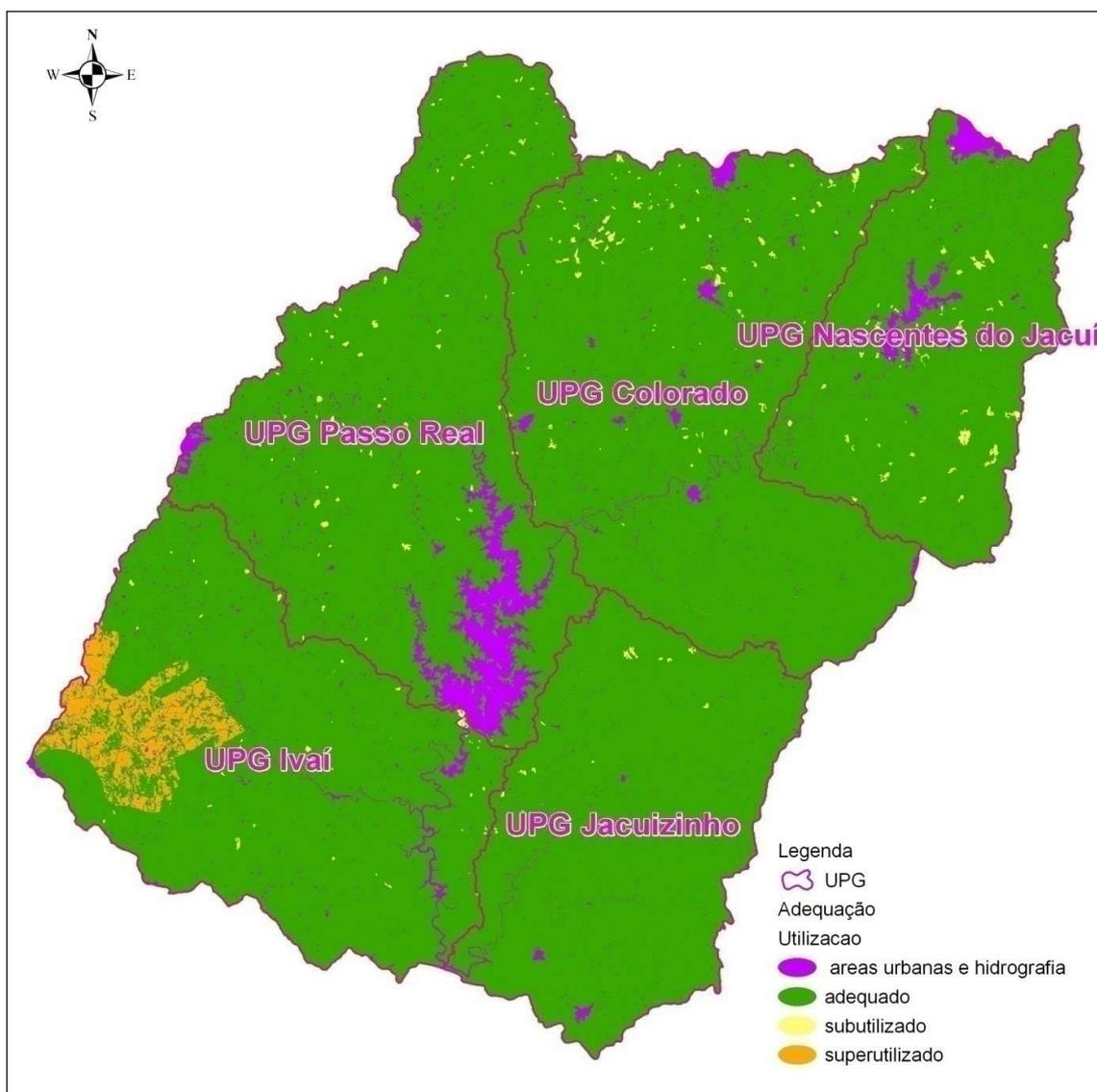


Figura 2.14: Mapa de Adequação de Uso do Solo

Quadro 2.7: Critérios de avaliação da adequação de uso do solo

Aptidão Agrícola/Solos	Classes	Área (ha)	Utilizado com uso menos exigente que a aptidão	Adequado	Utilizado com atividade mais exigente que a aptidão	Observações
2"(a)bc	Áreas Agrícolas (Irrigadas/Pivôts)	2.429		X		desde que adotadas práticas conservacionistas
Ec JC JC-G Ec-Ch E	Áreas Agrícolas (Perenes/Anuais)	287.665		X		desde que adotadas práticas conservacionistas
	Áreas Urbanizadas	2.680				
	Campos/Pastagens	72.049		X		no caso de exploração com pecuária intensiva
	Capoeira/Vegetação Arbustiva	8.402		X		interpretada como vegetação nativa
	Lâmina D'água (Açudes/Curso d'água/Barragens)	25.369				
	Mata Nativa/Ciliar	196.883		X		
	Silvicultura	3.168	X			
2"(a)bc Total		598.646				
2"(ab)c O	Áreas Agrícolas (Perenes/Anuais)	6.109		X		desde que adotadas práticas conservacionistas
	Áreas Urbanizadas	36				
	Campos/Pastagens	4.252		X		
	Capoeira/Vegetação Arbustiva	907		X		interpretada como vegetação nativa
	Lâmina D'água (Açudes/Curso d'água/Barragens)	1.071				
Mata Nativa/Ciliar	23.548		X			
2"(ab)c Total		35.923				
2"(b)c CA	Áreas Agrícolas (Irrigadas/Pivôts)	4.030		X		desde que adotadas práticas conservacionistas
	Áreas Agrícolas (Perenes/Anuais)	124.955		X		desde que adotadas práticas conservacionistas
	Áreas Urbanizadas	1.620				
	Campos/Pastagens	20.510		X		no caso de exploração com pecuária intensiva
	Capoeira/Vegetação Arbustiva	4.454		X		interpretada como vegetação nativa
	Lâmina D'água (Açudes/Curso d'água/Barragens)	3.444				
	Mata Nativa/Ciliar	35.461		X		
Silvicultura	932	X				
2"(b)c Total		195.406				
2"ab C C-Ch	Áreas Agrícolas (Irrigadas/Pivôts)	14			X	considerando cultivos anuais
	Áreas Agrícolas (Perenes/Anuais)	34.268		X		desde que adotadas práticas conservacionistas
	Áreas Urbanizadas	657				
	Campos/Pastagens	11.493		X		
	Capoeira/Vegetação Arbustiva	2.549		X		
Lâmina D'água (Açudes/Curso	1.143					

Aptidão Agrícola/Solos	Classes	Área (ha)	Utilizado com uso menos exigente que a aptidão	Adequado	Utilizado com atividade mais exigente que a aptidão	Observações
	d'água/Barragens)					
	Mata Nativa/Ciliar	61.960		X		
	Silvicultura	60		X		
2"ab Total		112.146				
2"bc PF	Áreas Agrícolas (Irrigadas/Pivôts)	1.511		X		desde que adotadas práticas conservacionistas
	Áreas Agrícolas (Perenes/Anuais)	190.402		X		desde que adotadas práticas conservacionistas
	Áreas Urbanizadas	4.907				
	Campos/Pastagens	18.814		X		no caso de exploração com pecuária intensiva
	Capoeira/Vegetação Arbustiva	6.742		X		interpretada como vegetação nativa
	Lâmina D'água (Açudes/Curso d'água/Barragens)	9.652				
	Mata Nativa/Ciliar	92.120		X		
	Silvicultura	3.633	X			
2"bc Total		327.779				
4p Tu	Áreas Agrícolas (Irrigadas/Pivôts)	64			X	considerando cultivos anuais
	Áreas Agrícolas (Perenes/Anuais)	23.468			X	considerando cultivos anuais
	Áreas Urbanizadas	7				
	Campos/Pastagens	6.470		X		
	Capoeira/Vegetação Arbustiva	1.065		X		interpretada como vegetação nativa
	Lâmina D'água (Açudes/Curso d'água/Barragens)	367				
	Mata Nativa/Ciliar	5.827		X		
	Silvicultura	66		X		
4p Total		37.334				
Total geral		1.307.233				

2.4 Avaliação da Produção de Sedimentos na Bacia

Os processos sedimentológicos e erosivos atuantes na Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí foram analisados a partir do levantamento e análise de dados sedimentométricos disponíveis e dados espaciais de fatores que influenciam nos processos erosivos, bem como a aplicação de modelos matemáticos de avaliação de perda do solo.

A estimativa da produção anual de sedimentos foi realizada com base nos dados dos postos de monitoramento existentes na Bacia G050, e no seu entorno, disponíveis no banco de dados hidrológicos da ANA – Hidroweb e disponibilizadas pela Fepam. Foram encontradas três estações sedimentométricas com dados de concentração de sedimentos. A localização das estações aparece na Figura 2.15.

A taxa média de produção de sedimentos através da perda de solo por erosão foi calculada pela “Equação Universal de Perda de Solo” (USLE). A equação USLE é constituída por fatores naturais (erosividade das chuvas, erodibilidade dos solos, geometria da encosta afetada) que não podem ser modificados facilmente, e por fatores influenciados diretamente pelo homem (uso, manejo e práticas conservacionistas). A estimativa foi realizada com base na USLE para a determinação da erosão potencial, seguida da aplicação da “taxa de entrega de sedimentos” (sediment delivery ratio).

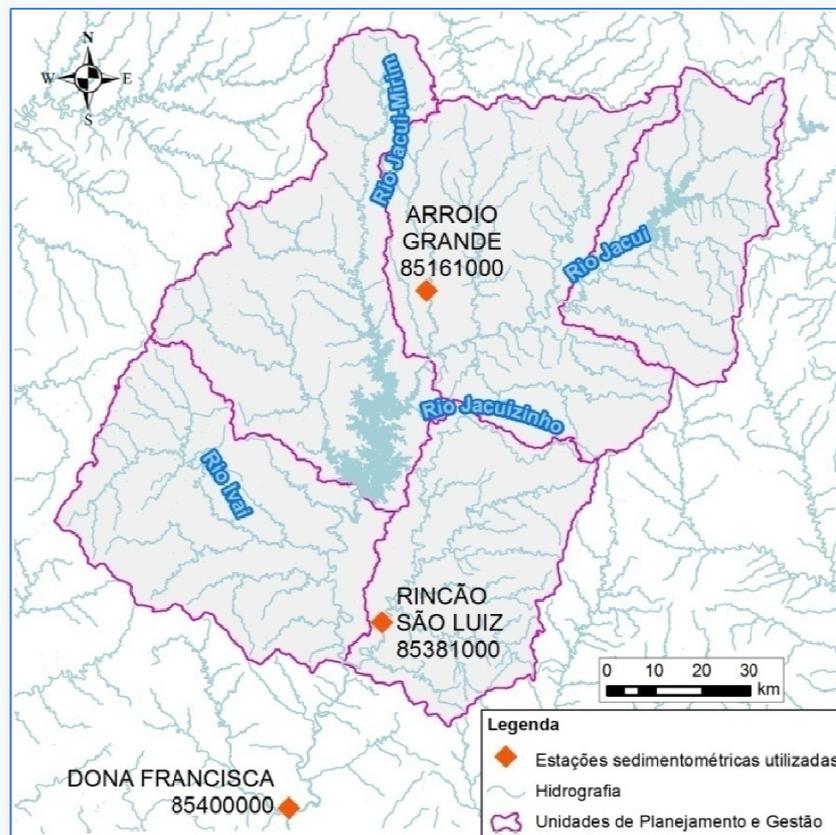


Figura 2.15: Localização das estações sedimentométricas utilizadas no estudo

A taxa média de produção de sedimentos através da perda de solo por erosão calculada pela “Equação Universal de Perda de Solo” - USLE para a Bacia G050 foi estimada no intervalo de 86 a 251 t/km²/ano (valores intermediários às taxas de entrega de sedimentos SDR2 e SDR1). A estimativa da quantidade de sedimentos que chega aos cursos d’água da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí pode ser observada na Figura 2.16 de acordo com a taxa de entrega de sedimentos SDR1, e na Figura 2.17, conforme a taxa SDR2, ambas considerando os sedimentos retidos nos reservatórios.

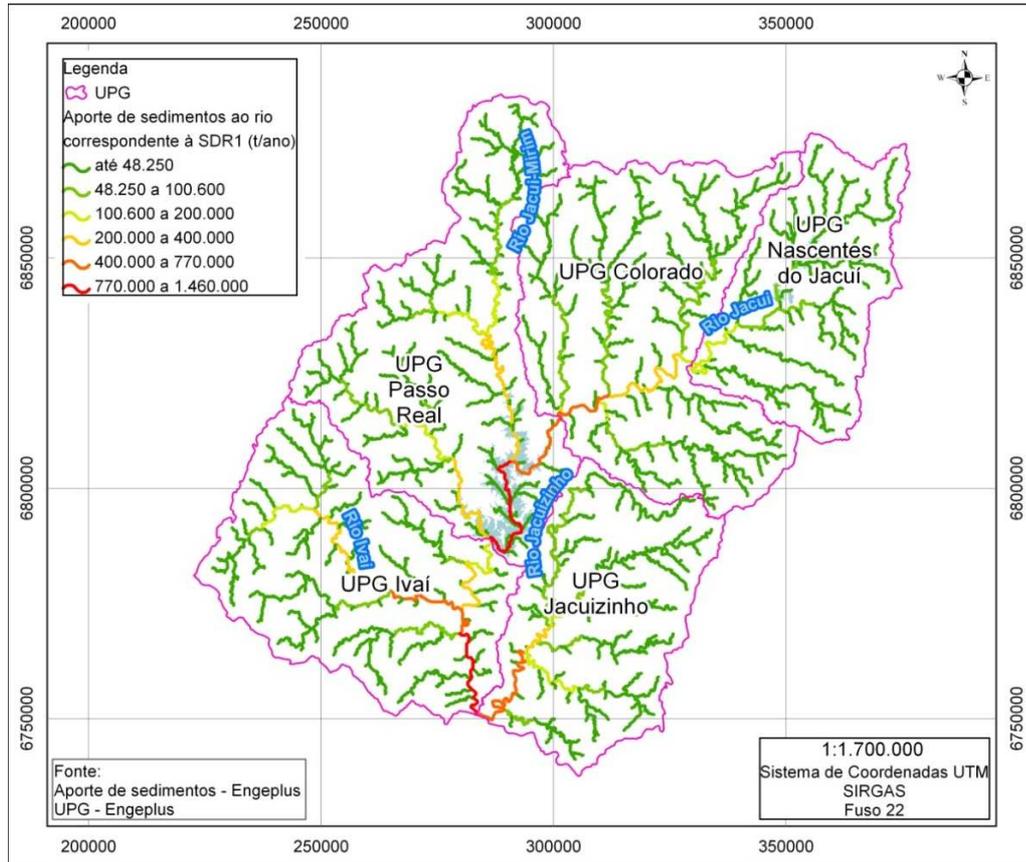


Figura 2.16: Mapa do aporte de sedimentos ao rio correspondente à SDR1

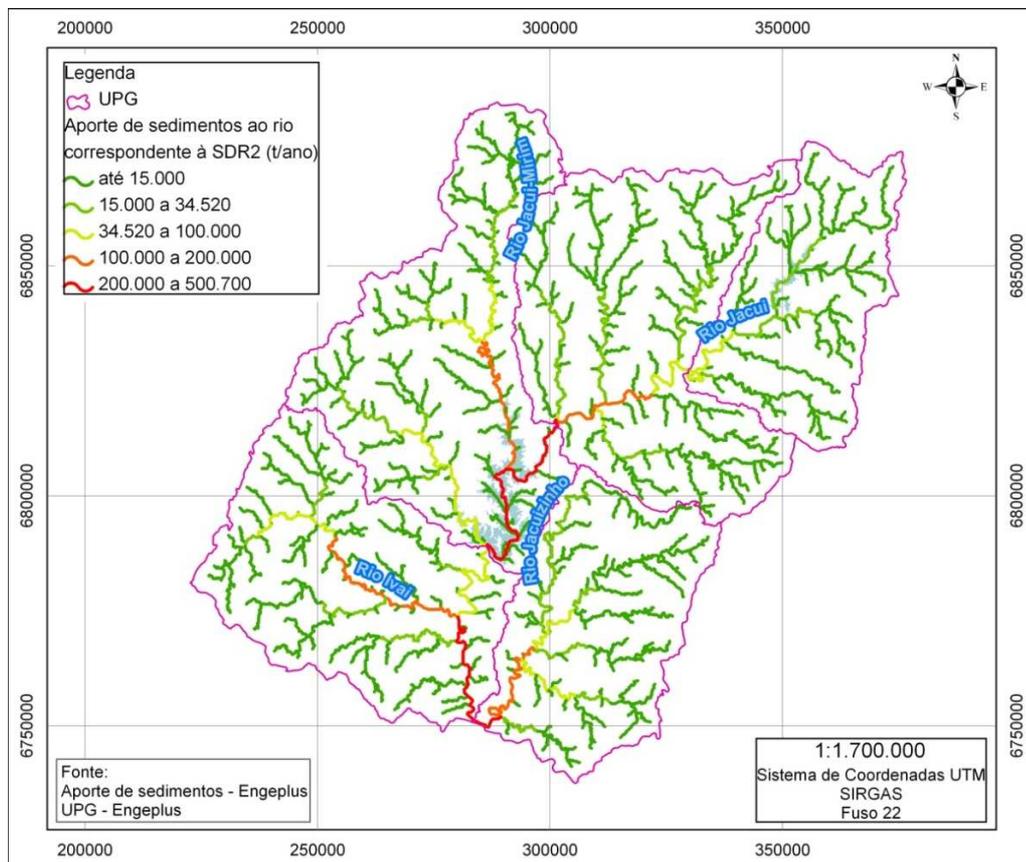


Figura 2.17: Mapa do aporte de sedimentos ao rio correspondente à SDR2

De forma geral, na Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí as maiores perdas de solos são fortemente influenciadas pelo seu uso e ocupação associado ao tipo de solo, com maior incidência de lavouras na metade norte e metade oeste (margem direita do rio Jacuí). Já as menores perdas de solos encontram-se presentes mais intensamente na parte sul e leste da bacia (margem esquerda do rio Jacuí), onde embora ocorram altas declividades e solos susceptíveis à erosão, é também nesta área que há maior preservação da vegetação nativa, amenizando os processos de erosão.

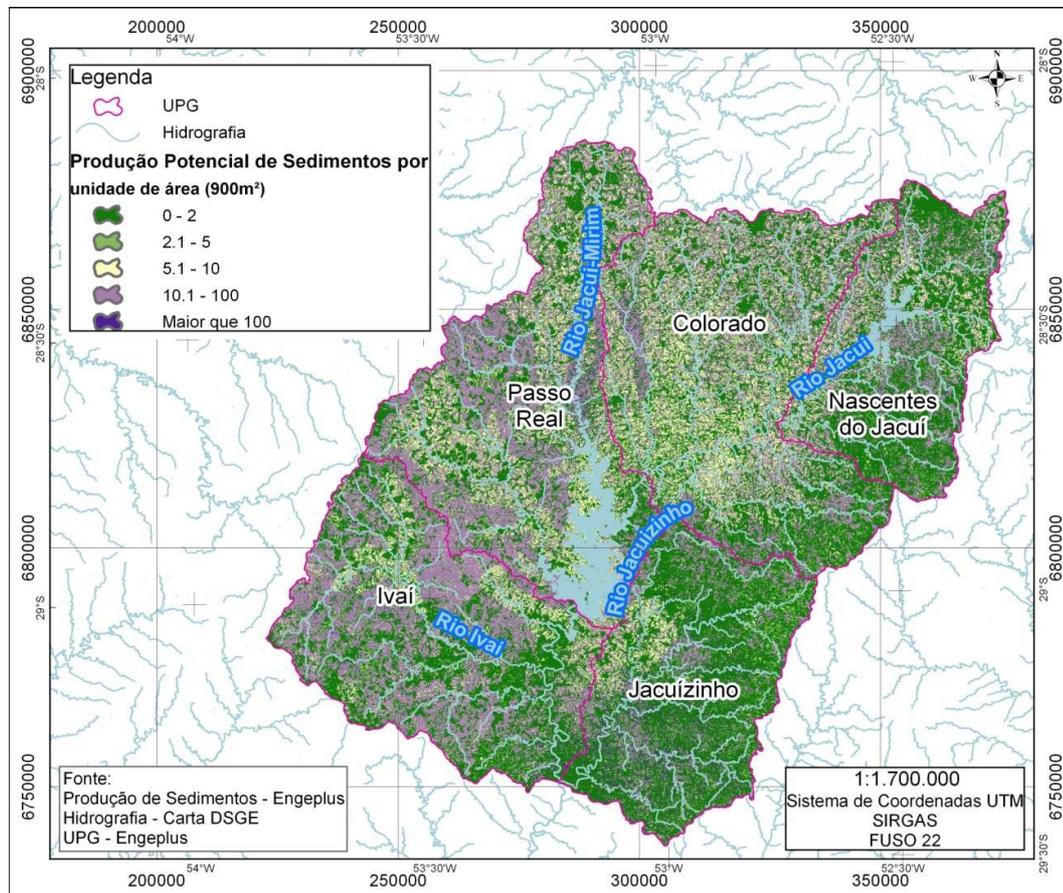


Figura 2.18: Mapa da produção potencial de sedimentos – USLE

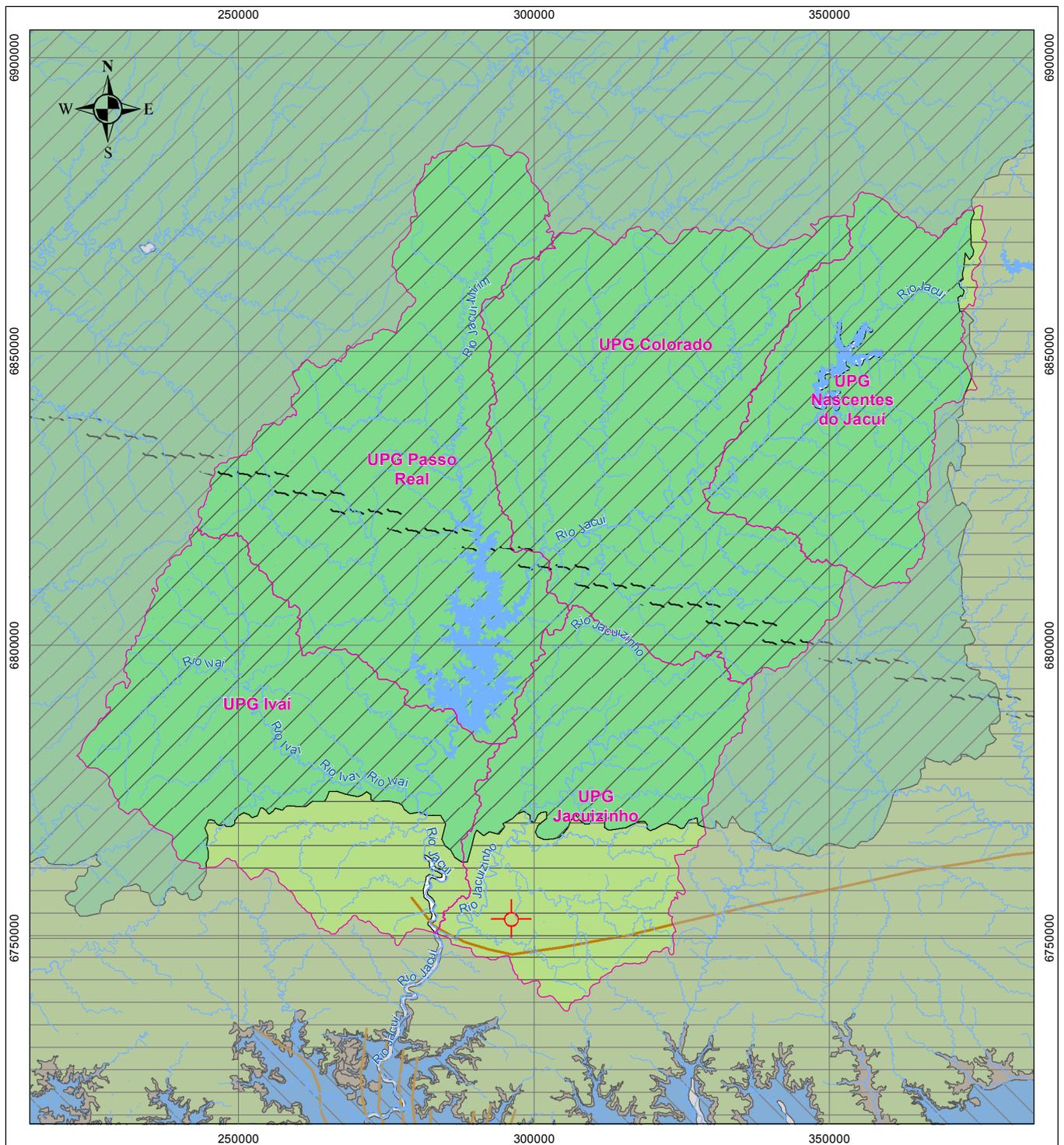
2.5 Estudos Hidrogeológicos e Inventário das Águas Subterrâneas

A Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí encontra-se totalmente inserida sobre a Formação Serra Geral que integra a sequência vulcano-sedimentar da Bacia do Paraná. Na região, sobreposta à Formação Serra Geral, ocorre a Formação Tupanciretã. Esta formação ocorre de forma dispersa na parte norte da bacia (municípios de Passo Fundo e Carazinho) e em manchas mais desenvolvidas na borda oeste, na região do município de Tupanciretã, conforme ilustra a Figura 2.19.

Na área da Bacia Hidrográfica G050 ocorrem três fácies desta formação: a fácies Caxias (i), composta por derrames com forte disjunção no topo e na base dos derrames, maciço na posição central, com dobras de fluxo, autobrechas e vesículas preenchidas. Esta fácies ocupa a borda leste da bacia, na região do município de Soledade.

A fácies Gramado (ii) é composta por derrames granulares finos a médios, horizontes vesiculares preenchidos e estruturas de fluxo, ocupando a maior parte da bacia.

A fácies Paranapanema (iii), de ocorrência restrita (apenas nas nascentes da bacia, principalmente na região do município de Carazinho) é composta por derrames granulares finos, contendo horizontes vesiculares espessos preenchidos por quartzo (ametista), zeolitas e carbonatos, compreendendo a maior concentração de jazidas de ágatas do Estado.



Sistemas Aquíferos - Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí

sg1 - Sistema Aquífero Serra Geral I

Ocupa a parte centro-oeste da região dominada pelos derrames da Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral no planalto rio-grandense. Delimita-se pelos municípios de Soledade, Tupanciretã, Santo Antônio das Missões, Santa Rosa, Tenente Porteira, Nonoai, Erechim e Passo Fundo. Constitui-se principalmente de litologias basálticas, amigdalóides e fraturadas, capeadas por espesso solo avermelhado. As capacidades específicas são muito variáveis, existindo poços não produtivos próximos de outros com excelentes vazões. Predominam poços com capacidades específicas entre 1 e 4 m³/h/m e excepcionalmente se encontram poços com valores superiores a 4 m³/h/m. As salinidades em geral são baixas, em média 200 mg/l. Poços que captam águas mais salinas, sódicas e de elevado pH (entre 9 e 10), provavelmente correspondem a porções do aquífero influenciadas por águas ascendentes do Sistema Aquífero Guarani.

sg2 - Sistema Aquífero Serra Geral II

Este sistema aquífero ocupa a parte oeste do Estado, os limites das rochas vulcânicas com o rio Uruguai e as litologias gonduânicas além da extensa área nordeste do planalto associada com os derrames da Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral. Suas litologias são predominantemente riolitos, riocaditos e em menor proporção, basaltos fraturados. A capacidade específica é inferior a 0,5 m³/h/m, entretanto, excepcionalmente em áreas mais fraturadas ou com arenitos na base do sistema, podem ser encontrados valores superiores a 2 m³/h/m. As salinidades apresentam valores baixos, geralmente inferiores a 250 mg/l. Valores maiores de pH, salinidade e teores de sódio podem ser encontrados nas áreas influenciadas por descargas ascendentes do Sistema Aquífero Guarani.

Legenda - Hidrogeologia

Isolinha de salinidade

Informações de Poços

Poço Tubular Profundo ARROIO DO TIGRE

Sistema de Falhas

- SFDC Sistema de Falhas Dorsal de Canguçu
- SFJM Sistema de Falhas Jaguari - Mata
- SFTA-P Sistema de Falhas Terra de Areia-Posadas

Produtividade dos Aquíferos

- Alta - Capacidade específica (Q/s) maior que 4 m³/h/m
- Média - Capacidade específica (Q/s) entre 2 e 4 m³/h/m
- Baixa - Capacidade específica (Q/s) entre 0,5 e 2 m³/h/m
- Muito Baixa - Capacidade específica (Q/s) menor que 0,5 m³/h/m

Fonte:

Hidrografia - Carta DSG
UPG - Engelplus
Hidrogeologia: Convênio:
SOPS-SEMA-DRH/RS-CPRM
1:750.000 (novembro, 2005)

1:1,000,000
0 5 10 15 20 km
Sistema de Coordenadas UTM
SIRGAS
Fuso 22



ELABORAÇÃO DE SERVIÇO DE CONSULTORIA RELATIVO AO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DOS USOS DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO JACUÍ - ETAPAS A E B

FIGURA Nº:

Mapa Hidrogeológico da
Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí
(Machado & Freitas, 2005)

9.1



Na área da bacia, a Formação Serra Geral se constitui em aquífero com alta a média possibilidade para águas subterrâneas, caracterizando o Sistema Aquífero Serra Geral I, onde predominam poços com capacidades específicas extremamente variáveis. Possui porosidade e permeabilidade estabelecida exclusivamente por fraturas e diaclases e caracteriza-se pela descontinuidade, heterogeneidade e anisotropia das suas propriedades hidráulicas. Possui um forte controle tectônico, com presença de falhas e fraturas com direções principais NE e NW.

Sua capacidade específica varia de $3,5 \times 10^{-3}$ a $37,7 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, em poços de profundidade entre 31 a 190 m, com vazões abaixo de $10 \text{ m}^3/\text{h}$ em sua grande maioria e permeabilidade situada entre 10^{-3} e 10^{-7} m/s .

Com relação ao Sistema Aquífero Serra Geral II, localizado ao sul da bacia, as litologias são predominantemente riolitos, riolacitos e em menor proporção, basaltos fraturados. A capacidade específica é inferior a $0,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, entretanto, excepcionalmente em áreas mais fraturadas ou com arenitos na base do sistema, podem ser encontrados valores superiores a $2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$. As salinidades apresentam valores baixos, geralmente inferiores a 250 mg/l . Valores maiores de pH, salinidade e teores de sódio podem ser encontrados nas áreas influenciadas por descargas ascendentes do Sistema Aquífero Guarani.

A avaliação da qualidade das águas subterrâneas foi realizada tomando como base análises constantes das fichas cadastrais de poços inseridos no SIAGAS/CPRM e nos processos de outorga existentes no DRH/SEMA.

As análises, quando existentes, foram realizadas no momento da conclusão dos poços tubulares. Do ponto de vista químico, são marcadas pelos tipos bicarbonatados cálcicos e/ou magnesianos das águas subterrâneas encontradas nos derrames vulcânicos, oriundos das recargas diretas por intermédio da precipitação.

A condutividade elétrica varia entre um mínimo de 34,5 e um máximo de 341 microMHO/cm, sendo que a maior parte das águas possui uma condutividade elétrica variando entre 50 e 200 microMHO/cm. E em termos de potencial hidrogeniônico, as águas mostram-se levemente ácidas, com pH variando entre 5,5 e 8,9, com valor médio de 6,2.

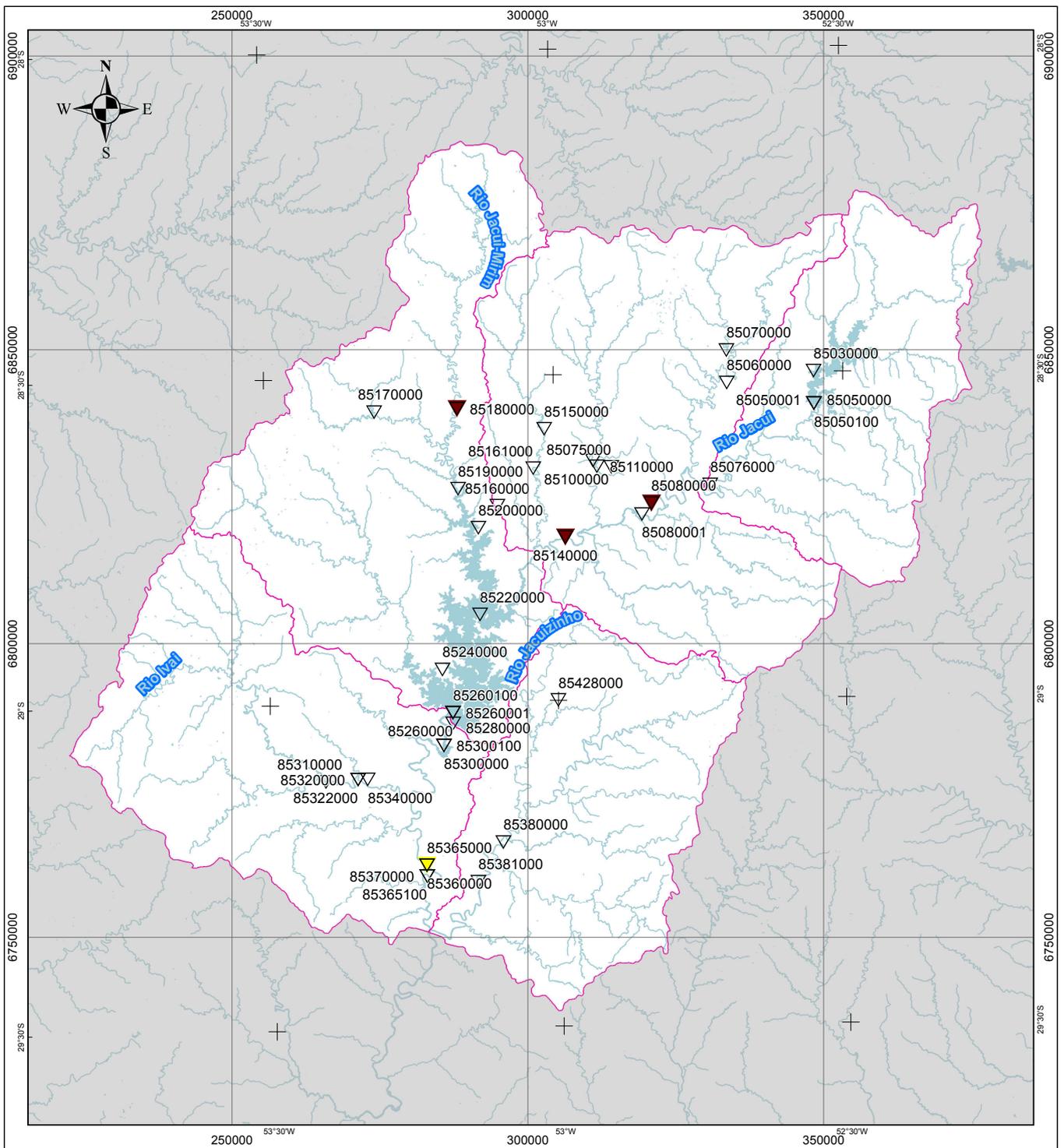
Conforme anteriormente referido, não foi possível o acesso a dados qualitativos de um grande número de poços existentes na bacia, o que restringe a possibilidade de avaliações qualitativas representativas das águas subterrâneas. No entanto, as análises disponíveis (de poços dispersos em toda a área da bacia) permitem inferir que, sob o aspecto qualitativo, não existem restrições para o uso das águas para abastecimento público e para irrigação.

2.6 Estudos e Inventário Quantitativo das Águas Superficiais

Foram realizados estudos com o objetivo de caracterizar a Bacia em termos quantitativos, demonstrando a disponibilidade hídrica existente nas seções fluviais de interesse, bem como apresentar um panorama climático da região. Os dados hidrometeorológicos básicos existentes para a realização dos estudos foram obtidos junto ao Sistema de Informações Hidrológicas – Hidroweb, da Agência Nacional de Águas - ANA e, também, junto ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

Os dados climáticos adotados para os estudos climatológicos da bacia em questão são oriundos das estações climatológicas de Santa Maria (código 83936) e Passo Fundo (código 83914). Estas estações dispõem de normais climatológicas para o período de 1961-1990, para os principais elementos climáticos: temperatura, umidade relativa, insolação, evaporação e precipitação. Todavia, os dados pluviométricos utilizados no estudo foram oriundos de estações pluviométricas, e não das estações climatológicas citadas. Em relação aos dados pluviométricos, foram utilizados aqueles obtidos nas estações pluviométricas da Bacia.

Na Figura 2.20 pode-se visualizar a localização dos postos pluviométricos, enquanto na Figura 2.21 pode-se visualizar a localização dos postos pluviométricos.

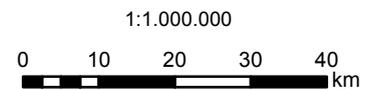


Legenda

Estação Fluviométrica

Anos completos com dados de vazão

- ▽ Sem dados
- ▽ De 1 a 10
- ▽ De 11 a 20
- ▽ De 21 a 30
- ▽ Mais de 30
- UPG
- Hidrografia



Sistema de Coordenadas UTM
SIRGAS
FUSO 22

Fonte:
Estação Fluviométrica - ANA
Hidrografia - Carta DSGE
UPG - Engeplus



ELABORAÇÃO DE SERVIÇO DE CONSULTORIA RELATIVO AO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DOS USOS DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO JACUÍ - ETAPAS A E B

Rede de monitoramento
fluviométrico existente

FIGURA Nº:
2.213



2.6.1 Estudos Meteorológicos e Climatológicos

Na região, para as condições normais, não ocorrem déficits no balanço hídrico climático, considerando as estações de Santa Maria e Passo Fundo como referência. No entanto, observa-se grande variabilidade interanual, com frequentes períodos de estiagem. O mês mais seco é março e, outubro, o mais chuvoso. A precipitação média anual é de 1731 mm. O mapa da Figura 2.22 apresenta as isolinhas de precipitação anual, bem como as estações pluviométricas utilizadas no estudo (foram selecionadas as estações que apresentavam mais de 10 anos de dados completos).

Os dados referentes à temperatura média, umidade relativa do ar, evaporação, nebulosidade e insolação, estão apresentados no Quadro 2.8. O balanço hídrico climático foi calculado a partir destes dados, considerando as normais climatológicas para o período de 1961 a 1990.

Quadro 2.8: Dados climatológicos das estações de Santa Maria e Passo Fundo

Variável Climatológica	Estação Climatológica	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Temperatura Média Mensal (mm)	Santa Maria	24,6	24	22,2	18,8	16	12,9	13,5	14,6	16,2	18,8	21,4	22,7
	Passo Fundo	22,1	21,9	20,6	17,6	14,3	12,7	12,8	14	14,8	17,7	19,8	21,5
Umidade Relativa do Ar (%)	Santa Maria	71	76	79	80	82	81	80	78	78	73	71	69
	Passo Fundo	71	74	75	74	75	76	75	73	72	69	67	67
Evaporação (mm)	Santa Maria	97,3	76	68,4	55,9	51,4	46,4	59,3	65,7	64,5	82,3	95,3	111,4
	Passo Fundo	127,2	104,2	106,9	95,3	86,2	78,5	92,5	100,3	106,7	126,5	141,7	153,5
Nebulosidade	Santa Maria	5,8	6,3	6	5,7	6	6,2	6,3	6,4	6,2	6	5,7	5,8
	Passo Fundo	5,2	5,3	4,9	4,7	4,7	5,2	5,1	5,4	5,9	5,4	5,3	5
Insolação (horas)	Santa Maria	225,2	196,7	197,5	168,7	151,3	125	133,1	141,4	160,7	206,8	223,3	244,7
	Passo Fundo	238,8	208,1	207	185,2	181,1	153,7	162,6	161,1	154,9	202,3	220,6	254,2

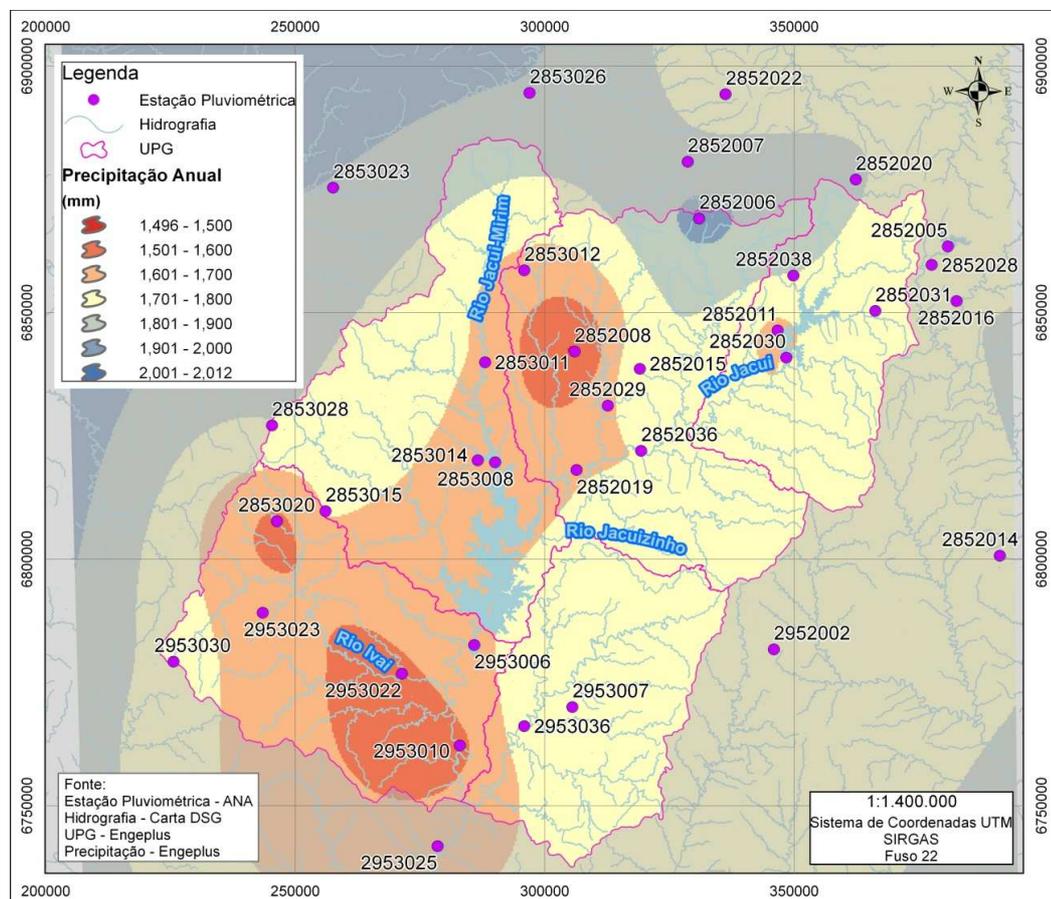


Figura 2.22: Isolinhas de precipitação anual

2.6.2 Avaliação das Séries Fluviométricas Existentes na Bacia Hidrográfica

A avaliação das disponibilidades hídricas em uma bacia hidrográfica é relacionada nitidamente à avaliação das possibilidades de suprimento às demandas hídricas. Quando se trata com disponibilidades, os excessos hídricos - a disponibilidade ultrapassa os limites de normalidade hidrológica - são geralmente descartados, já que no seu tratamento são adotadas abordagens específicas. Entretanto, a escassez hídrica - as demandas são superiores à disponibilidade - pode ser mitigada com a criação de reservas hídricas, utilizando os excessos previamente gerados. Desta forma, cabe, na avaliação das disponibilidades, a consideração das ocorrências em qualquer período do ano.

Esta avaliação apresenta dificuldades que derivam da variabilidade temporal e espacial da disponibilidade hídrica. Apesar de aleatórias, no tempo e no espaço, as variáveis apresentam certa coerência (ou “previsibilidade”) temporal, resultado das estações do ano, determinando os períodos ou estações secas e úmidas.

Para o caso da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí, em decorrência da carência de informação hidrológica, a metodologia indicada é baseada em modelagem matemática. O modelo selecionado para o caso é o MODHAC, que é um modelo matemático de simulação da fase terrestre do ciclo hidrológico, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - IPH/UFRGS.

Para realizar o ajuste do modelo precipitação-vazão foram selecionados, dentre os dados coletados, as estações fluviométricas destacadas no Quadro 2.9. O período de dados utilizado na calibração foi de 1951 a 1962, optando-se por excluir o primeiro ano devido a erros ao longo da simulação.

Quadro 2.9: Dados utilizados para a calibração do modelo

Código	Denominação	Coordenada Geográficas		Altitude
		W	S	
85080000	ESPUMOSO	-28.7	-52.8333	0
85180000	PONTE SANTO ANTÔNIO	-28.55	-53.1667	350

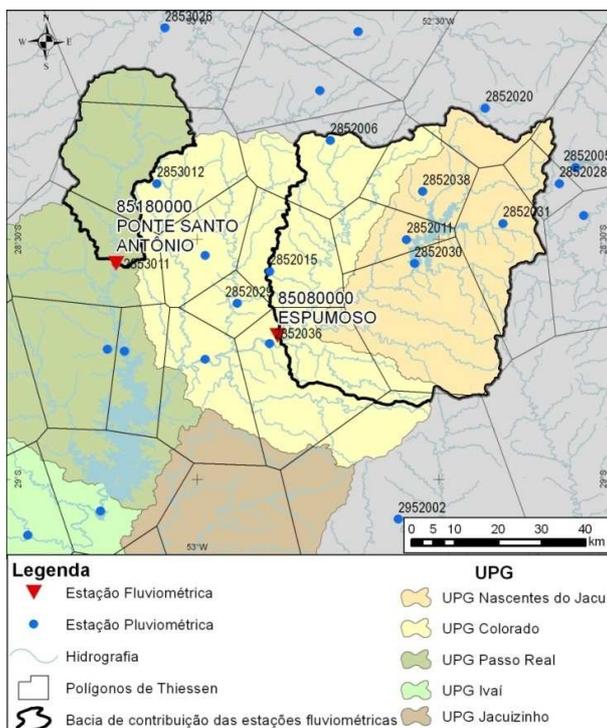


Figura 2.23: Polígonos de Thiessen

A definição das estações pluviométricas utilizadas nos procedimentos de ajuste do modelo foi efetuada a partir do traçado de polígonos de Thiessen para as estações pré-selecionadas. Assim, efetuou-se o cruzamento da informação do Thiessen com a área da bacia hidrográfica definida pela estação fluviométrica Espumoso (código 85080000) e pela estação Ponto Santo Antônio (código 85180000). Na Figura 2.23 podem ser observados os polígonos de Thiessen gerados para o cálculo da precipitação nas bacias das estações fluviométricas.

Para ajuste dos parâmetros do MODHAC duas orientações foram adotadas: parcimônia (pela qual se tentou reduzir o número de parâmetros ao máximo, de forma que os resultados obtidos fossem robustos) e homogeneidade (pela qual se tentou fazer com que os parâmetros de ajuste às duas séries de vazões utilizadas fossem os mais similares possíveis).

Os parâmetros calibrados no intervalo de

computação diário, nas bacias das estações fluviométricas Espumoso (85080000) e Ponte Santo Antônio (85180000), estão relacionadas no Quadro 2.10.

Quadro 2.10: Valores obtidos para os parâmetros calibrados

RSPX	RSSX	RSBX	IMAX	IMIN	IDEC	ASP	ASS	ASB	PRED	CEVA	CHET
85080000 - Espumoso											
124.4	169.9	241.7	57.15	1.839	0.050304	0.047913	0.008262	0.212	999	0	1
85180000 - Ponte Santo Antônio											
131	231.1	77.75	79	0.1207	0.1239	0.023259	0.006575	0.212	999	0	1

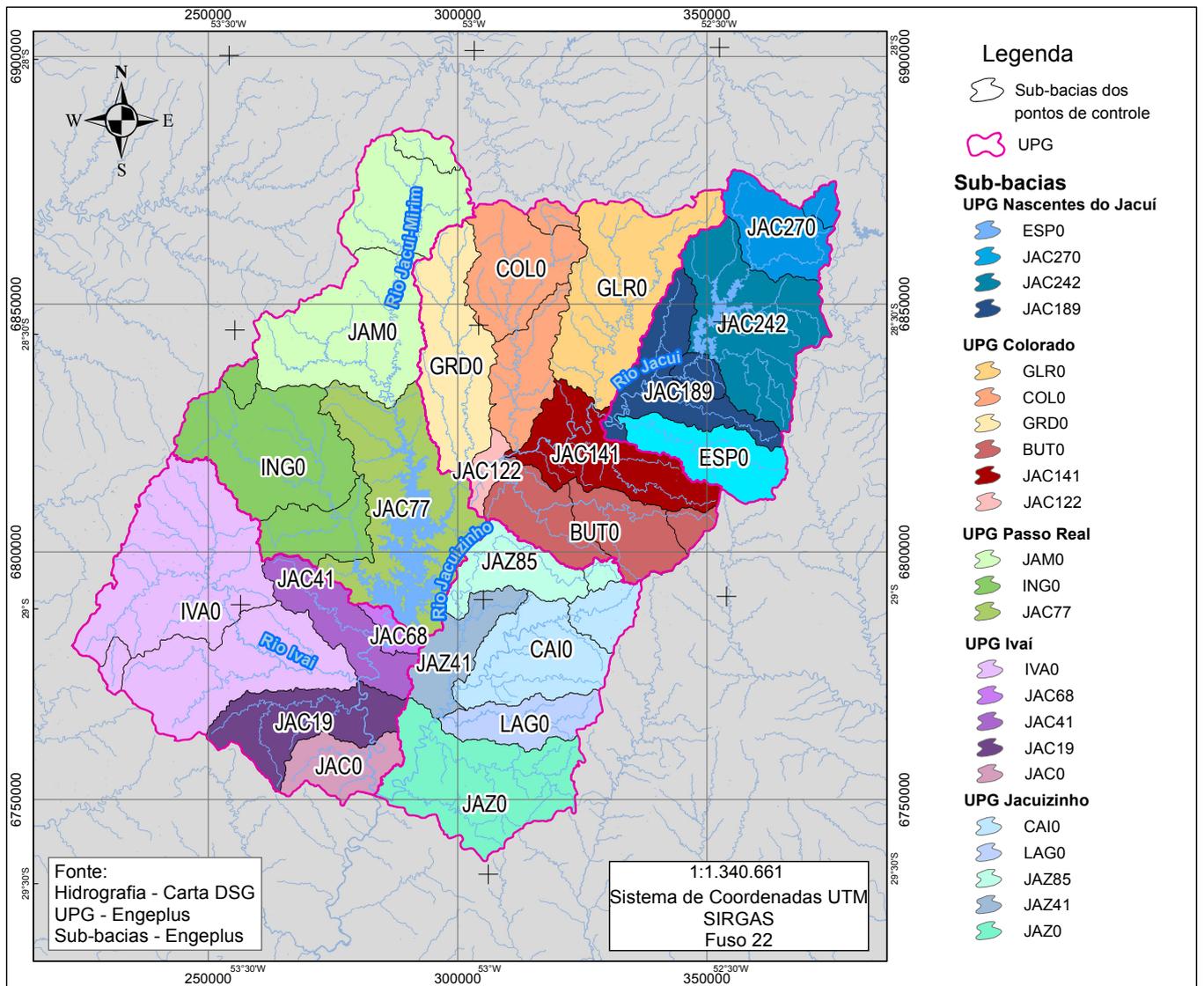
Paralelamente à identificação, coleta e sistematização da informação hidrológica disponível, foi procedida a discretização da Bacia G050 em diversas sub-bacias. Tomando-se como parâmetros o relevo, a hidrografia e o uso do solo relacionado com o consumo de recursos hídricos, bem como a rede de observação hidrometeorológica existente, dividiu-se a bacia hidrográfica em estudo em sub-bacias, as quais serão as unidades de análise para fins dos estudos de disponibilidades, demandas e balanço hídrico. Na Figura 2.24 a seguir consta a divisão da Bacia G050 em sub-bacia, e na Figura 2.25 a localização dos pontos de controle e as sub-bacias incrementais.

A partir dos parâmetros calibrados pelo ajuste do modelo de precipitação-vazão e das séries de precipitação obtidas das estações pluviométricas da área, procedeu-se a geração das séries de vazões médias mensais para os pontos de controle, anteriormente estabelecidos para as áreas do estudo.

Da mesma forma utilizada para a calibração do modelo, as estações pluviométricas foram selecionadas a partir do traçado dos polígonos de Thiessen, cujo cruzamento com as áreas das sub-bacias referentes a cada ponto de controle, permitiu o cálculo da precipitação média da referida sub-bacia.

As séries de vazões nos pontos de controle foram obtidas das sub-bacias incrementais das áreas de contribuição a cada ponto de controle, definidas em função da hidrografia local.

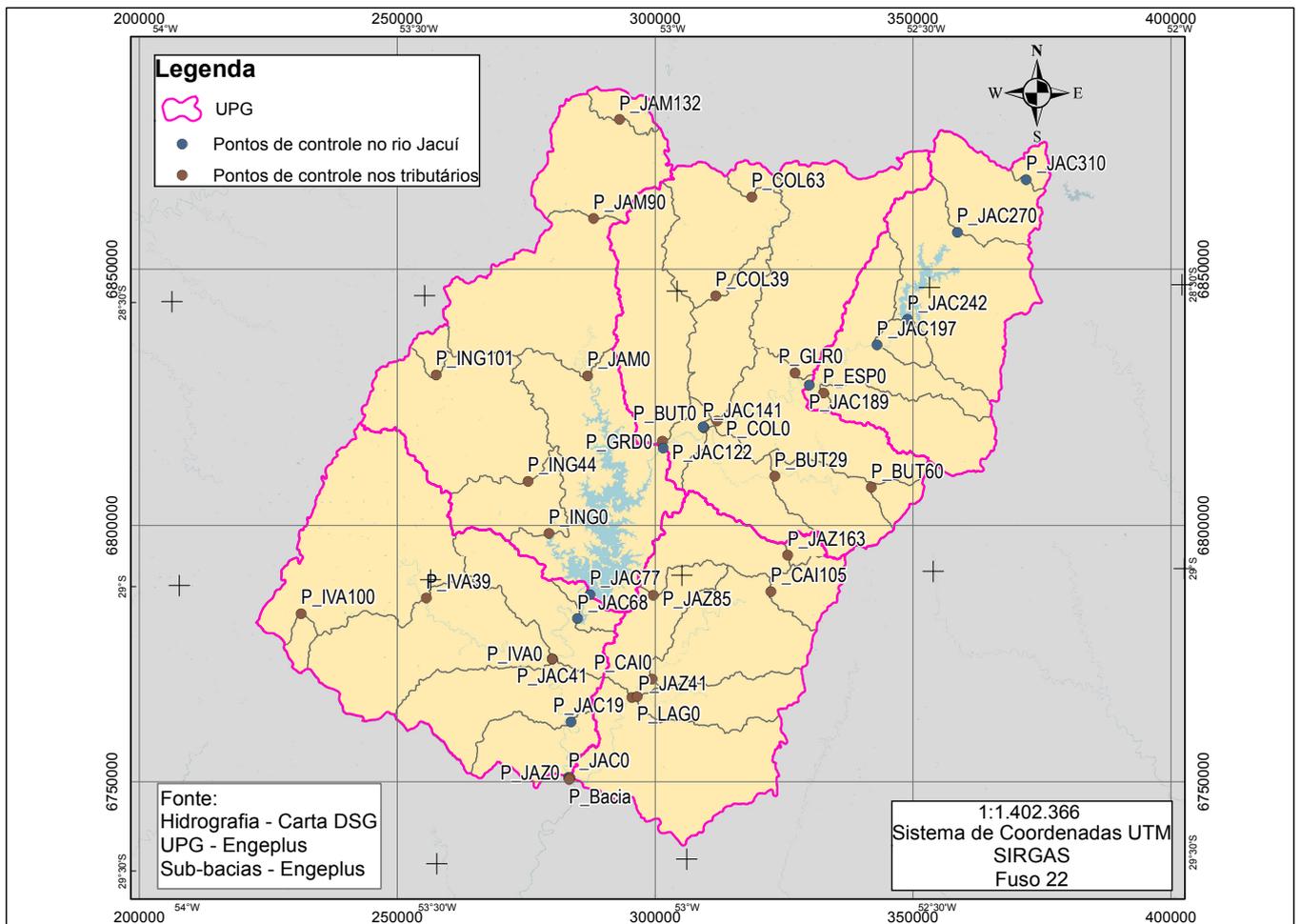
Cabe observar que as vazões nas sub-bacias foram geradas adotando um dos postos calibrados: Espumoso (85080000) ou Ponte Santo Antônio (85180000). Para as sub-bacias localizadas nas UPGs Nascentes do Jacuí, Colorado e Jacuizinho foram utilizados os parâmetros da estação Espumoso e para as sub-bacias incrementais localizadas nas UPGs Passo Real e Ivaí, foram adotados os parâmetros da estação Ponte Santo Antônio.



Fonte:
Hidrografia - Carta DSG
UPG - Engeplus
Sub-bacias - Engeplus

1:1.340.661
Sistema de Coordenadas UTM
SIRGAS
Fuso 22

UPG		Sub-bacia		
Nome	Área (km ²)	Nome	Área (km ²)	Descrição
UPG Nascentes do Jacuí	1834.3	ESP0	320.0	Sub-bacia do arroio Espreado, afluente da margem esquerda do rio Jacuí
		JAC270	342.0	Rio Jacuí, das nascentes até a entrada do reservatório da UHE Ernestina
		JAC242	706.4	Rio Jacuí, no trecho do reservatório da UHE Ernestina
		JAC189	465.9	Rio Jacuí, da UHE Ernestina até a PCH Cotovelo do Jacuí
UPG Colorado	3243.0	GLR0	764.9	Sub-bacia do rio Glória, afluente da margem direita do rio Jacuí
		COL0	753.6	Sub-bacia do rio Colorado, afluente da margem direita do rio Jacuí
		GRD0	566.0	Sub-bacia do arroio Grande, afluente da margem direita do rio Jacuí
		BUT0	600.6	Sub-bacia do arroio Butiá, afluente da margem esquerda do rio Jacuí
		JAC141	477.7	Rio Jacuí, do limite da UPG até a confluência com o arroio Butiá
		JAC122	80.0	Rio Jacuí, da confluência com o arroio Butiá até a entrada do reservatório da UHE Passo Real
UPG Passo Real	3140.1	JAM0	1223.2	Sub-bacia do rio Jacuí-Mirim, afluente no reservatório da UHE Passo Real
		ING0	983.2	Sub-bacia do rio Ingaí, afluente da margem direita do rio Jacuí
		JAC77	933.7	Rio Jacuí, trecho do reservatório da UHE Passo Real
UPG Ivaí	2742.0	IVA0	1697.2	Sub-bacia do rio Ivaí, afluente da margem direita do rio Jacuí
		JAC68	61.4	Rio Jacuí, trecho do reservatório Maia Filho
		JAC41	328.3	Rio Jacuí, do reservatório Maia Filho até a confluência com o rio Ivaí
		JAC19	426.6	Rio Jacuí, da confluência com o rio Ivaí até a UHE Itaúba
		JAC0	228.5	Rio Jacuí, da UHE Itaúba até a confluência com o rio Jacuízinho e exutório final da bacia
UPG Jacuízinho	2113.0	CAI0	585.8	Sub-bacia do rio Caixões, afluente da margem esquerda do rio Jacuízinho
		LAG0	240.3	Sub-bacia do arroio Lagoão, afluente da margem esquerda do rio Jacuízinho
		JAZ85	317.5	Rio Jacuízinho, das nascentes do rio Jacuízinho até a ponte na sede do município de Jacuízinho
		JAZ41	256.6	Rio Jacuízinho, da sede do município de Jacuízinho até a confluência com o arroio Lagoão, na ponte da RS-481
		JAZ0	712.8	Rio Jacuízinho, da ponte da RS-481 até a confluência com o rio Jacuí e exutório final da bacia
Bacia		13072.3	Área total da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí	



UPG		Ponto			
Nome	Área	Nome	Área	Descrição	Distância da Foz (km)
UPG Nascentes do Jacuí	1834.3	P_JAC310	42.9	Rio Jacuí	310
		P_JAC270	299.1	Rio Jacuí, entrada do reservatório da UHE Ernestina	270
		P_JAC242	706.4	Rio Jacuí, UHE Ernestina	242
		P_JAC197	70.6	Rio Jacuí	197
		P_JAC189	395.3	Rio Jacuí, PCH Cotovelo do Jacuí	189
		P_ESP0	320.0	Arroio Espraiado, afluente da margem esquerda do rio Jacuí	0
UPG Colorado	3243.0	P_GLR0	764.9	Rio Glória, afluente da margem direita do rio Jacuí	0
		P_JAC141	477.7	Rio Jacuí, confluência com o arroio Butiá (inclusive)	141
		P_COL39	419.3	Rio Colorado	39
		P_COL63	46.4	Rio Colorado, nascentes	63
		P_COLO	287.9	Rio Colorado, afluente da margem direita do rio Jacuí	0
		P_BUT60	56.4	Arroio Butiá, nascentes	60
		P_BUT29	273.7	Arroio Butiá	29
		P_BUT0	270.5	Arroio Butiá, afluente da margem esquerda do rio Jacuí	0
		P_GRD0	566.0	Arroio Grande, afluente da margem direita do rio Jacuí	0
		P_JAC122	80.0	Rio Jacuí, entrada do reservatório da UHE Passo Real	122
UPG Passo Real	3140.1	P_JAM132	68.8	Rio Jacuí-Mirim, nascentes	132
		P_JAM90	428.5	Rio Jacuí-Mirim	90
		P_JAM0	726.0	Rio Jacuí-Mirim, afluente no reservatório da UHE Passo Real	0
		P_ING101	47.5	Rio Ingaí	101
		P_ING44	693.3	Rio Ingaí	44
		P_ING0	242.4	Rio Ingaí, afluente da margem direita do rio Jacuí	0
UPG Ivaí	2742.0	P_JAC77	933.7	Rio Jacuí, UHE Passo Real	77
		P_JAC68	61.4	Rio Jacuí, trecho do reservatório Maia Filho	68
		P_JAC41	328.3	Rio Jacuí, confluência com o rio Ivaí (exclusive)	41
		P_IVA100	43.0	Rio Ivaí	100
		P_IVA39	966.8	Rio Ivaí	39
		P_IVA0	687.4	Rio Ivaí, afluente da margem direita do rio Jacuí	0
UPG Jacuizinho	2113.0	P_JAC19	426.6	Rio Jacuí, UHE Itaúba	19
		P_JAC0	228.5	Rio Jacuí, confluência com o Rio Jacuizinho (exclusive)	0
		P_JAZ163	36.2	Rio Jacuizinho, nascentes	163
		P_JAZ85	281.3	Rio Jacuizinho, ponte na sede do município de Jacuizinho	85
		P_JAZ41	256.6	Rio Jacuizinho, confluência com o arroio Lagoão (inclusive)	41
		P_CAI105	133.4	Rio Caixões	105
Bacia	13072.3	P_CAI0	452.4	Rio Caixões, afluente da margem esquerda do rio Jacuizinho	0
		P_LAGO	240.3	Arroio Lagoão, afluente da margem esquerda do rio Jacuizinho	0
		P_JAZ0	712.8	Rio Jacuizinho	0
		P_Bacia		Rio Jacuí, bacia do Comitê	0

A geração da série de dados nos pontos de controle resultou nas vazões médias e específicas apresentadas no Quadro 2.11.

Quadro 2.11: Resultados obtidos com as séries de vazões geradas nos pontos de controle

Ponto de controle	Área (km ²)	Vazão média (m ³ /s)	Vazão específica (L/s/km ²)
P_JAC310	42,9	1,1	26,3
P_JAC270	342,0	9,1	26,7
P_JAC242	1048,4	27,7	26,4
P_JAC197	1119,0	29,5	26,4
P_ESP0	320,0	8,1	25,5
P_JAC189	1834,3	47,9	26,1
P_GLR0	764,9	22,1	28,9
P_COL63	46,4	1,4	29,9
P_COL39	465,8	13,4	28,8
P_COLO	753,6	21,6	28,7
P_BUT60	56,4	1,4	25,6
P_BUT29	330,1	8,4	25,6
P_BUT0	600,6	15,4	25,6
P_JAC141	4431,2	119,1	26,9
P_GRD0	566,0	14,3	25,2
P_JAC122	5077,2	135,4	26,7
P_JAM132	68,8	2,0	29,4
P_JAM90	497,3	14,8	29,7
P_JAM0	1223,2	35,9	29,4
P_ING101	47,5	1,4	28,5
P_ING44	740,8	20,3	27,4
P_ING0	983,2	26,9	27,4
P_JAC77	8217,4	222,5	27,1
P_JAC68	8278,8	224,1	27,1
P_JAC41	8607,0	232,5	27,0
P_IVA100	43,0	1,2	27,9
P_IVA39	1009,7	25,8	25,6
P_IVA0	1697,2	43,2	25,4
P_JAC19	10730,8	285,8	26,6
P_JAC0	10959,3	292,7	26,7
P_JAZ163	36,2	0,9	25,6
P_JAZ85	317,5	8,1	25,6
P_CAI105	133,4	3,6	26,7
P_CAI0	585,8	15,5	26,4
P_LAG0	240,3	6,3	26,2
P_JAZ41	1400,1	36,3	26,0
P_JAZ0	2113,0	54,4	25,7
P_Bacia	13072,3	347,0	26,5

O estudo de vazões mínimas foi realizado utilizando a curva de permanência de vazões médias mensais, sendo a vazão com 90% de permanência no tempo adotada como referência para o estudo. No Quadro 2.12 e na Figura 2.26 apresentam-se a vazão média anual e a vazão específica com 50%, 80%, 85%, 90% e 95% de permanência no tempo para cada ponto de controle da bacia do Alto Jacuí.

Quadro 2.12: Valores de Q_{50} , Q_{80} , Q_{85} , Q_{90} e Q_{95} médias e específicas nos pontos de controle

Ponto de controle	Q_{50} (m ³ /s)	Q_{50esp} (L/s/km ²)	Q_{80} (m ³ /s)	Q_{80esp} (L/s/km ²)	Q_{85} (m ³ /s)	Q_{85esp} (L/s/km ²)	Q_{90} (m ³ /s)	Q_{90esp} (L/s/km ²)	Q_{95} (m ³ /s)	Q_{95esp} (L/s/km ²)
P_JAC310	0,8	19,6	0,5	12,1	0,5	10,5	0,4	8,9	0,3	6,5
P_JAC270	6,8	20,0	4,2	12,4	3,7	10,7	3,0	8,8	2,3	6,8
P_JAC242	20,6	19,7	12,7	12,1	10,9	10,4	9,0	8,6	7,1	6,7
P_JAC197	22,0	19,7	13,5	12,1	11,6	10,3	9,6	8,6	7,5	6,7
P_ESP0	6,1	19,0	3,5	10,9	3,0	9,4	2,5	7,8	1,9	5,8
P_JAC189	36,0	19,6	21,6	11,8	18,7	10,2	15,7	8,6	12,1	6,6
P_GLR0	16,1	21,0	10,0	13,0	8,8	11,4	7,3	9,6	5,8	7,6
P_COL63	1,0	21,1	0,6	13,1	0,5	11,6	0,5	9,7	0,3	7,3
P_COL39	9,7	20,7	5,8	12,4	5,0	10,7	4,1	8,8	3,0	6,5
P_COLO	15,7	20,8	9,4	12,4	8,1	10,7	6,6	8,8	4,9	6,5
P_BUT60	1,1	19,1	0,6	11,3	0,6	9,8	0,5	8,2	0,4	6,2
P_BUT29	6,3	19,2	3,8	11,4	3,2	9,7	2,7	8,1	2,0	6,1
P_BUT0	11,5	19,2	6,8	11,4	5,9	9,8	4,8	8,1	3,6	6,1
P_JAC141	88,9	20,1	54,3	12,3	47,4	10,7	40,1	9,1	30,9	7,0
P_GRD0	10,8	19,1	6,0	10,6	5,1	9,1	4,2	7,5	3,1	5,4
P_JAC122	101,5	20,0	61,4	12,1	53,5	10,5	45,3	8,9	34,8	6,9
P_JAM132	1,3	19,5	0,9	12,9	0,8	11,5	0,7	9,9	0,6	8,0
P_JAM90	9,7	19,6	6,5	13,0	5,7	11,5	5,0	10,0	4,0	8,1
P_JAM0	23,8	19,4	15,7	12,8	14,1	11,5	12,2	9,9	9,8	8,0
P_ING101	0,9	18,7	0,6	11,8	0,5	10,5	0,4	9,3	0,4	7,8
P_ING44	13,8	18,7	8,6	11,6	7,6	10,3	6,7	9,0	5,5	7,4
P_ING0	18,3	18,6	11,4	11,6	10,1	10,3	8,8	9,0	7,2	7,3
P_JAC77	161,2	19,6	101,3	12,3	89,4	10,9	76,6	9,3	60,4	7,3
P_JAC68	162,4	19,6	102,0	12,3	90,1	10,9	77,2	9,3	60,9	7,4
P_JAC41	168,6	19,6	105,9	12,3	93,5	10,9	80,3	9,3	63,5	7,4
P_IVA100	0,8	18,4	0,5	11,6	0,5	10,5	0,4	9,1	0,3	7,7
P_IVA39	18,1	17,9	11,2	11,1	10,0	9,9	8,9	8,8	7,5	7,4
P_IVA0	30,4	17,9	18,7	11,0	16,6	9,8	14,7	8,7	12,5	7,4
P_JAC19	207,6	19,3	130,8	12,2	115,8	10,8	99,9	9,3	80,5	7,5
P_JAC0	212,7	19,4	134,4	12,3	118,8	10,8	102,7	9,4	82,5	7,5
P_JAZ163	0,7	19,0	0,4	11,3	0,4	9,7	0,3	8,3	0,2	6,3
P_JAZ85	6,1	19,3	3,6	11,2	3,1	9,7	2,6	8,0	2,0	6,2
P_CAI105	2,6	19,6	1,6	11,8	1,4	10,3	1,2	8,7	0,9	6,7
P_CAI0	11,4	19,5	7,0	11,9	6,0	10,3	5,1	8,6	3,9	6,7
P_LAG0	4,7	19,4	2,8	11,7	2,5	10,2	2,1	8,6	1,6	6,7
P_JAZ41	27,3	19,5	16,5	11,8	14,3	10,2	12,0	8,6	9,5	6,8
P_JAZ0	41,2	19,5	24,8	11,7	21,5	10,2	18,0	8,5	14,2	6,7
P_Bacia	254,6	19,5	160,3	12,3	141,2	10,8	122,3	9,4	98,4	7,5