

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CANOINHAS E AFLUENTES CATARINENSES DO RIO NEGRO



Produto 3: Relatório Final - Etapa C

Agosto, 2019

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Carlos Moisés da Silva
Governador do Estado

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL

Lucas Esmeraldino
Secretário de Estado
Amandio João da Silva Junior
Secretário Adjunto de Estado

DIRETORIA DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO

Jaqueline Isabel Souza
Diretor

GERÊNCIA DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Vinícius Tavares Constante
Gerente

GERÊNCIA DE OUTORGA E CONTROLE DE RECURSOS HÍDRICOS

Marceli Bonfante Vicentin
Gerente

Acompanhamento Técnico do Plano na SDE

César Rodolfo Seibt
Gisele de Souza Mori
Tiago Zanatta

**PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CANOINHAS E
AFLUENTES CATARINENSES DO RIO NEGRO**

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CANOINHAS E AFLUENTES DO RIO NEGRO

Herbert Grosskopf Junior - Presidente

Moacir Penkal - Vice Presidente

Donato Noernberg - Secretário Executivo

GRUPO DE ACOMPANHAMENTO DO PLANO – GAP

Mariane Murakami

Maria Cilmara Schauer

Hugo Rodolfo Binder

Henry Henkels

Estefano Saviski Filho

Eliana Gutstein

Carlos José Ribeiro da Silva

Gerson dos Santos

Felippe Saliba Davet

João Francisco de Mattos

Adinor da Silva

COORDENAÇÃO GERAL DO PLANO

Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI

Professor Alexandre de Ávila Lerípio

Projeto FAPESC/2017TR1777

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Fábio Marin Melo

EQUIPE TÉCNICA DO RELATÓRIO PARCIAL - ETAPA C

Clóvis Norberto Savi

Carlos Olsen

Gustavo José Deibler Zambrano

Rafaela Bendo

Artur Vitali Michels

Joana Stecanella

Paulo Estevez

Rafela Bento

Silvia Bortoluzzi

Eduardo Scangarelli

Eliane Moratelli

Patrícia Cardoso Monteiro

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	5
2 IDENTIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO DO RELATÓRIO	6
3 INTRODUÇÃO.....	7
4 DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS	10
4.1 Consolidação das informações sobre recursos hídricos.....	10
4.1.1 Estruturação da base de dados e sistema de informação	11
4.1.2 Unidades de Gestão e Resposta Hidrológica	11
4.2 Caracterização Ambiental	32
4.2.1 Caracterização e Evolução do Uso do Solo	32
4.2.2 Caracterização da Cobertura Vegetal	53
4.2.3 Caracterização das Unidades de Conservação e Áreas Protegidas.....	71
4.2.4 Caracterização do Meio Físico	78
4.2.5 Caracterização do Meio Biótico - Fauna	121
4.2.6 Caracterização do Meio Socioeconômico	126
4.3 Estudos Hidrológicos e Verificação das Vazões Extremas.....	148
4.3.1 Análise da rede de monitoramento quali-quantitativo	148
4.3.2 Diagnóstico da quantidade da água.....	154
4.3.3 Caracterização dos Usos Múltiplos de Água	231
4.3.4 Avaliação das Demandas Hídricas.....	306
4.3.5 Cenário Atual, Futuro e Formulação do Balanço Hídrico.....	331
4.3.6 Diagnóstico da Qualidade da Água	339
5 REFERÊNCIAS.....	370

1 APRESENTAÇÃO

O Plano de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gerenciamento – UPG, que compreende a bacia hidrográfica do rio Canoinhas e as áreas de contribuição hidrológica dos afluentes do rio Negro, é um instrumento legal no Brasil que norteia os processos de tomada de decisão para a gestão dos recursos hídricos.

É objetivo do plano de recursos hídricos promover a compatibilização entre a oferta e a demanda por recursos hídricos, em quantidade e qualidade, necessárias para atender os usos múltiplos da água na territorialidade da bacia hidrográfica.

O relatório em tela apresenta uma sequência de revisões, são elas: a primeira revisão do Relatório Parcial, apresentado em setembro de 2018, incorporando os demais itens que completam os objetivos da Etapa C, ou seja, diagnosticar o balanço hídrico a partir da confrontação das disponibilidades hídricas e das demandas de consumo do recurso, considerando cenários tendenciais e desejado, realizar Estudos Hidrológicos verificando as vazões extremas e diagnosticar a qualidade das águas, que foram apresentados no Relatório Final da ETAPA C, aprovado pela SDE e apresentado ao GAP; e a última revisão, considerando os questionamentos e pedidos de revisão emitidos pelo Parecer Técnico nº 01/2019 GAP - PRH Bacia do rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do rio Negro e também as considerações emitidas pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE).

2 IDENTIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO DO RELATÓRIO

<i>Identificação do Documento</i>		
Código	PRODUTO_3_ETAPA_C_FINAL_rev01	
Situação	<input type="checkbox"/> Parcial	<input checked="" type="checkbox"/> Final
Título	Produto 3: Relatório Final - Etapa C	

<i>Controle de Revisões</i>		
Revisão nº	Natureza	Data
0	1ª Versão – Relatório Parcial	28/09/2018
1	2ª Versão – Revisão Parcial/SDS	27/10/2018
2	3ª Versão – Relatório Final/SDS	25/03/2019
3	4ª Versão – Relatório Final GAP/SDE	16/08/2019

<i>Parecer Relatório Final I</i>		
Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável – SDE		
<input type="checkbox"/> Aprovado	<input type="checkbox"/> Aprovado com correções	<input type="checkbox"/> Rejeitado
Nome		Assinatura

3 INTRODUÇÃO

Este relatório visa apresentar o cumprimento do escopo da ETAPA C - Diagnóstico dos Recursos Hídricos, detalhado no Plano de Trabalho (Etapa C) emitido em 06 de junho de 2018, aprovado pela Diretoria de Recursos Hídricos da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina, em 01 de agosto do mesmo ano, em atendimento ao Termo de Outorga Nº: 2017TR1777, que visa à elaboração do PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CANOINHAS E AFLUENTES CATARINENSES DO RIO NEGRO.

Neste relatório, serão trabalhados os seguintes itens da Etapa C:

- C.1: Consolidação das informações sobre recursos hídricos
 - C.1.1: Estruturação da base de dados e sistema de informação
- C.2: Caracterização ambiental da bacia e bacias contiguas
 - C.2.1: Caracterização do uso da terra e cobertura vegetal
 - C.2.2: Caracterização das unidades de conservação e áreas de proteção de mananciais
 - C.2.3: Caracterização do meio físico e biótico
 - C.2.4: Caracterização socioeconômica
- C.3: Diagnóstico da quantidade da água;
 - C.3.1: Delimitação das unidades de resposta hidrológica;
 - C.3.2: Avaliação da disponibilidade hídrica;
 - C.3.3: Avaliação das Demandas Hídricas;
 - C.3.4: Formulação do Balanço Hídrico;
- C.4: Estudos Hidrológicos e verificação das vazões extremas;
 - C.4.1: Análise da Rede de Monitoramento Quali-quantitativo;
 - C.4.2: Regionalização das Áreas Hidrologicamente Homogêneas;
 - C.4.3: Elaboração de Cenários de Potencialidades Hídricas Superficiais e Subterrâneas;
- C.5: Diagnóstico da Qualidade da Água; e
 - C.5.1: Identificação das Fontes de Poluição.

As Atividades C.6 a C.9 referem-se à elaboração dos Relatórios Parcial e Final.

A estrutura dos itens (títulos e subtítulos) foi alterada por solicitação do Grupo de Acompanhamento do Plano (GAP), pedido validado pela Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE). Ressalta-se, que todos os itens da ETAPA C, constantes no Plano de Trabalho Detalhado aprovado, estão plenamente atendidos, apenas foram reorganizados conforme solicitado pelo GAP e pela SDE.

Cabe lembrar os objetivos específicos da Etapa C, são eles:

- Inventariar todos os estudos relacionados a recursos hídricos desenvolvidos na bacia hidrográfica do rio Canoinhas e afluentes catarinenses do Rio Negro que possam contribuir com o plano da bacia hidrográfica;
- Inventariar dados hidrológicos a partir de estações da rede de monitoramento de variáveis hidrológicas e climatológicas disponíveis na região de interferência para desenvolvimento do plano da bacia hidrográfica.
- Consolidar as informações e dados levantados na região e caracterizar os meios físico, biótico e socioeconômico da bacia hidrográfica;
- Elaborar estudo regionalização das áreas hidrologicamente homogêneas, a partir de dados secundários;
- Definir uma estratégia de setorização da bacia hidrográfica em unidades de planejamento e gestão para a implementação das ações do plano a partir das características morfológicas, da rede de drenagem e uso do solo;
- Identificar áreas de relevante interesse hidrológico e ecológico como reservatórios naturais de água;
- Identificar áreas críticas em relação a qualidade da água superficial e subterrânea, densidade de poços de captação de águas subterrâneas, condições sanitárias de áreas de contribuição de mananciais com qualidade da água comprometida;
- Definir os Nós de Referência (NR) juntamente com o Grupo de Acompanhamento do Plano – GAP e pontos de controle estabelecidos pelo sistema administrativo de gestão de recursos hídricos (SIRHESC);
- Avaliar as séries históricas de dados para caracterização das disponibilidades hídricas superficiais e subterrâneas;

- Avaliar ocorrências de eventos extremos como enchentes, inundações e estiagens a partir das séries históricas das estações de monitoramento;
- Identificar e caracterizar as fontes de poluição difusa e pontuais que comprometam seguimentos ou trechos de canais da malha hidrográfica da bacia hidrográfica; e
- Elaborar relatórios técnicos para apreciação e validação pelo Grupo de Acompanhamento do Plano – GAP e Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável – SDE.

4 DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS

O objetivo desta etapa é levantar, inventariar e estudar os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, bem como avaliar quantitativa e qualitativamente a disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do rio Canoinhas e bacias contíguas, além de caracterizar e quantificar as demandas hídricas consuntivas e não consuntivas, possibilitando a identificação de conflitos já instalados ou com potencial de se instalar, além do conhecimento da dinâmica socioeconômica da bacia hidrográfica relacionada aos usos dos recursos hídricos.

4.1 CONSOLIDAÇÃO DAS INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS

Esta atividade foi desenvolvida visando à prospecção e consolidação de dados e informações a partir de base de dados existentes. Dados matriciais, vetoriais e séries de dados históricos, formam esta base de resgate e compilação das informações de pesquisas realizadas na região e municípios abrangidos pelas duas grandes unidades hidrográficas.

As pesquisas foram conduzidas, inicialmente, nos seguintes órgãos:

- Agência Nacional de Águas (ANA);
- Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel);
- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM);
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);
- MMA/IBAMA/ICMBio.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)
- Fundação SOS Mata Atlântica (SOS-MA)
- Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia do Estado de Santa Catarina (EPAGRI/Ciram),
- Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina (SDS-SC),
- Plano Estadual de recursos hídricos de Santa Catarina (PERH-SC), e
- outros.

4.1.1 Estruturação da base de dados e sistema de informação

A atividade consistiu na análise e processamento de dados geográficos em ambiente Sistema de Informações Geográficas – SIG. O SIG é uma tecnologia de banco de dados geográficos. Um sistema é um conjunto de componentes que interagem para um determinado fim (RAFAELI NETO, 2003). Um Sistema Geográfico é composto por uma estrutura em que componentes se relacionam e produzem resultados (NETO, 2000). A bacia hidrográfica poder ser analisada a partir do conceito de Sistema Geográfico.

Os arquivos matriciais a serem usados no plano de recursos hídricos foram obtidos prioritariamente a partir dos produtos do aerolevante realizado pela SDS em 2010, disponíveis no link <http://sigsc.sds.sc.gov.br/>, em escala espacial 1:10.000. Cita-se o Modelo Digital de Terreno – MDT que representa a variação altimétrica do terreno, e Ortofotos que são imagens em composição RGB da superfície do solo.

Os resultados dessa atividade, mapas temáticos, foram desenvolvidos e estão apresentados nos itens a seguir, conforme a pertinência.

Na coleta das bases de dados utilizadas como subsídio para a produção das análises acerca da bacia hidrográfica, considerou-se a divisão em unidades de gestão, a fim de permitir utilização de escalas de maior detalhamento, atribuindo potencialidades aos resultados.

4.1.2 Unidades de Gestão e Resposta Hidrológica

O território do Estado de Santa Catarina está inserido em três Regiões Hidrográficas Nacionais: Região do Rio Paraná, Região do Rio Uruguai e Região do Atlântico Sul, estabelecidas pela Resolução nº 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). As duas primeiras regiões constituem a “Vertente Interior” e a terceira a “Vertente Atlântica ou do Litoral”.

A gestão dos recursos hídricos no estado de Santa Catarina está apoiada na estratégia de particionamento do território catarinense em territorialidades hidrológicas, denominadas de Regiões Hidrográficas. O estado já consolidou dez regiões hidrográficas – RH, que são:

- RH 1 – Extremo Oeste Catarinense
- RH 2 – Meio Oeste Catarinense
- RH 3 – Vale do Rio do Peixe

- RH 4 – Planalto de Lages
- RH 5 – Planalto de Canoinhas
- RH 6 – Baixada Norte
- RH 7 – Vale do ItajaíRH 8 – Litoral Centro
- RH 9 – Sul Catarinense
- RH 10 – Extremo Sul Catarinense

Portanto, a RH5 trata-se de um Sistema Hidrográfico de Planejamento de Recursos Hídricos, constituído por três subsistemas hidrográficos contíguos: Subsistema Iguaçu, Subsistema Negro e Subsistema Canoinhas. Nos dois primeiros, incluem-se todas as bacias de cursos d'água catarinenses afluentes do rio Iguaçu, a leste da Serra da Taquara Verde, e do rio Negro.

A Região Hidrográfica 05 - Planalto de Canoinhas (RH-5) localizada entre as coordenadas 26,861° Sul, 51,421° Oeste, e 25,984° Sul, 48,949° Oeste, é a quarta maior em territorialidade hidrológica do estado, com uma área total aproximada de 10.903.71km² (SDS, 2012). A RH-5 abrange 19 (dezenove) municípios, sendo que 9 (nove) estão inseridos parcialmente dentro da região hidrográfica e 10 (dez) totalmente inseridos.

A RH-5 abrange três bacias hidrográficas principais, a bacia hidrográfica do rio Timbó, a bacia hidrográfica do rio Canoinhas e afluentes catarinenses do rio Negro.

A RH-5 possui aproximadamente 23.696 km de rios, o que resulta em uma alta densidade de drenagem na região, aproximadamente 2,17 km/km². A bacia dos Afluentes do Rio Negro possui o maior comprimento total de cursos d'água (9.227 km), se comparada com as bacias do rio Timbó (6.424 km) e do rio Canoinhas (3.666 km), justamente por possuir maior área dentro da RH-5. Entretanto, a Bacia do rio Timbó possui maior densidade de drenagem com 2,36 km/km², enquanto a bacia hidrográfica do rio Canoinhas e afluentes catarinenses do rio Negro possuem densidade de drenagem de 2,29 km/km² e 2,14 km/km², respectivamente.

O rio Negro tem suas nascentes na Serra do Mar e flui para oeste, servindo de limite entre os Estados de Paraná e Santa Catarina. Com uma extensão e quase 400 km, recebe em seu médio curso o rio Canoinhas, desaguando a seguir no rio Iguaçu, um dos principais afluentes do rio Paraná.

A bacia hidrográfica do rio Canoinhas representa aproximadamente 24,35% ou 1.443,47 km² da UPG 5.2, os 75,64% ou 4.483,8 km² representam a área dos afluentes catarinenses do rio Negro.

O rio Canoinhas tem suas nascentes na Serra Geral, localizadas no município de Monte Castelo, próximo da divisa com Santa Cecília. É um rio muito sinuoso, com comprimento de aproximadamente 192 km. Ele se estende por 5 municípios e deságua no Rio Negro entre os municípios de Três Barras e Canoinhas.

O Planalto Norte, onde estão inseridas as bacias hidrográficas do rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, rico em florestas nativas e provenientes de reflorestamento, concentra-se o pólo florestal catarinense - o mais expressivo da América Latina abrangendo indústrias madeireiras, moveleiras, de papel e papelão. Os principais municípios são Rio Negrinho, São Bento do Sul, Canoinhas, Corupá, Mafra, Três Barras e Porto União. Sendo caracterizado também por uma agricultura familiar forte e grandes plantações de soja, milho e batata. A pecuária também está em expansão, contando com diversas granjas de suínos e frangos, além da região comportar vários frigoríficos. Por serem áreas de planalto, estratégicas malhas viárias se concentram na cidade de Canoinhas, abrangendo no norte a BR 476, no sul BR 477, ao leste BR 116 e ao oeste BR 280 e SC 277, contando também com alguns portos a cerca 200 km de distância, como de Itajaí, Navegantes, São Francisco do Sul e Paranaguá.

Com relação ao uso da água, observa-se situações conflitantes no tocante ao tema: disponibilidade hídrica versus qualidade. Embora, a região apresente alta pluviosidade, tem-se uma intensa demanda de água por parte da agricultura, com destaque para as áreas de cultivo de arroz, soja e feijão, consideradas culturas típicas na Bacia do rio Canoinhas e contíguas. As atividades são tidas como tradicionais na região, e exercem papel importante na economia, pela geração de emprego e renda. Não obstante, há que se dedicar cautela, pois nem sempre a agricultura é desenvolvida e conduzida com consciência da necessidade de conservação do meio ambiente, e implicações práticas, diretas e indiretas, capazes de prejudicar a própria safra, o que é mais comum ocorrer quando a agricultura avança sobre áreas de sensibilidade hídrica, como as próximas a nascentes e corpos d'água, e nas bordas de fragmentos florestais.

O Planalto de Canoinhas é uma sub-região formada por rochas sedimentares, apresentando relevo suave ondulado, com vegetação classificada como Floresta Ombrófila Mista, pela classificação climática de Köppen-Geiger, e clima mesotérmico subtropical úmido, com verões frescos, sem

estação seca, com geadas severas frequentes e temperaturas médias dos meses mais quentes inferiores a 22°C. A precipitação é bem distribuída ao longo do ano (ENGENHARIA DE QUALIDADE, 1997).

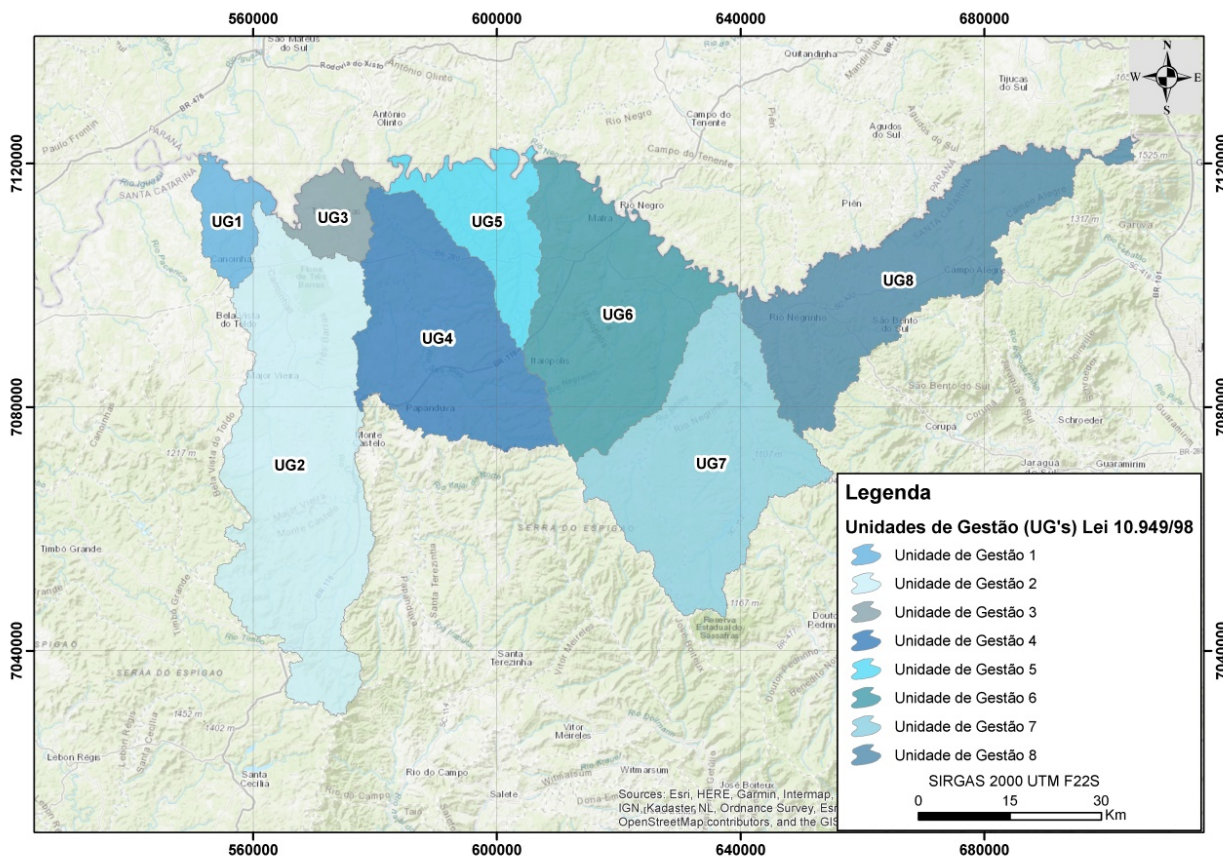
A região apresenta-se com uma topografia que favorece a mecanização, fator este, preponderante para a expansão do setor primário de produção, principalmente de grãos, destacando-se as culturas de soja, milho, feijão e arroz. Essas culturas juntas geram 87% da economia primária do município (SISTEMAS DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HIDRÍCOS DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2012). A região do planalto norte possui mais de 1.700 produtores rurais com uma área de produção temporária de mais de 20.000 hectares, correspondentes as culturas mencionadas. Somente em Canoinhas do total de áreas produtivas o feijão utiliza uma área agrícola de 1.500 hectares, a soja 8.000 hectares, o milho 10.500 hectares e o arroz 200 hectares.

Do total de produtores que ocupam esses 20.200 hectares ao entorno da bacia hidrográfica do Rio Canoinhas, 54% são caracterizados como minifúndios, detentores de 1 a 20 hectares. Outros 38% têm até 100 hectares e são classificados como médios proprietários. Apenas 8% possuem mais de 100 hectares e são considerados donos de grandes extensões rurais. Os minifúndios caracterizam a paisagem rural de Canoinhas.

Do total de produtores que ocupam esses 20.200 hectares ao entorno da Bacia do rio Canoinhas, 54% são caracterizados como minifúndios, detentores de 1 a 20 hectares, os quais dominam a paisagem rural do Canoinhas. Outros 38% têm até 100 hectares e são classificados como médios proprietários. Apenas 8% possuem mais de 100 hectares, e são considerados possuidores de grandes extensões rurais. Os minifúndios caracterizam a paisagem rural de Canoinhas.

Como a Lei Estadual preconiza a adoção das bacias como unidades de gestão, de forma compatibilizada com as divisões político-administrativas, para este Plano, estabeleceu-se 8 (oito) unidades de gestão na RH5, sendo 5 (cinco) integralmente no Subsistema Negro (quais sejam UG4, UG5, UG6, UG7 e UG8) e 2 (duas) integralmente no Subsistema Canoinhas (UG1 e UG2), com exceção da UG3 que consta particionada nos dois subsistemas, conforme **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Figura 1 – Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, segmentada em oito Unidades de Gestão, para fins de estudo e planejamento.

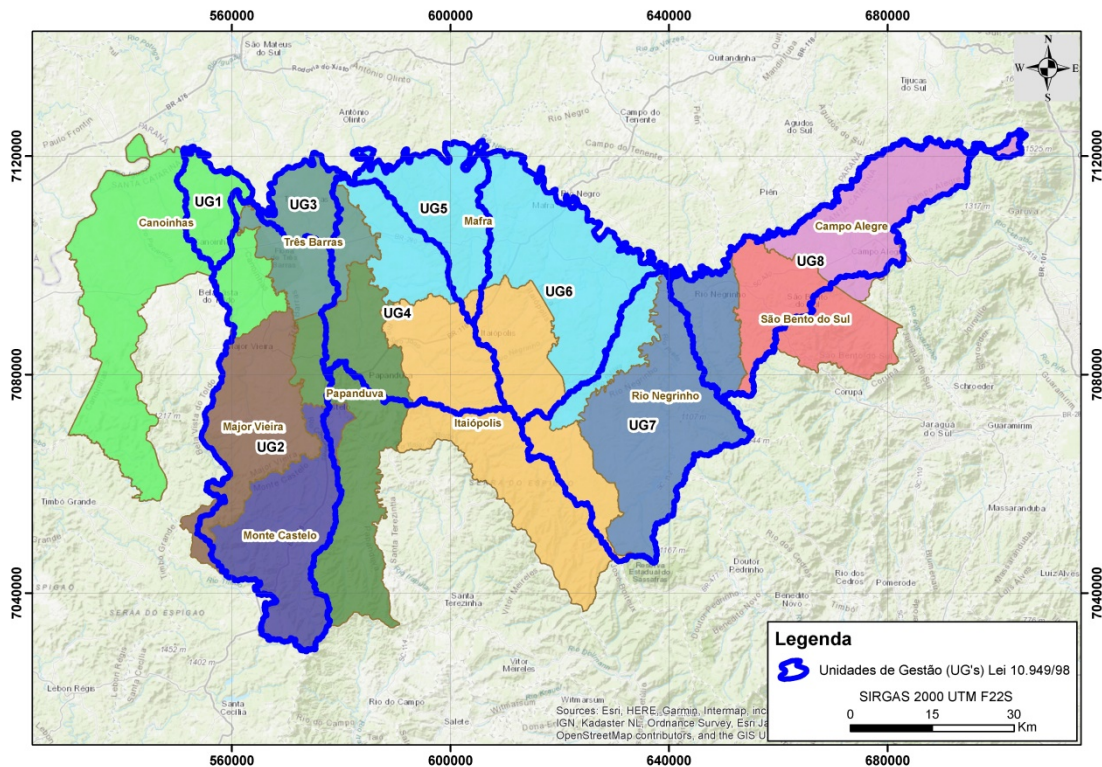


Dessa maneira, as Unidades de Gestão do plano e seus respectivos rios principais são:

- UG1 – Rio Matão e Rio da Piedade ou Volta Grande;
- UG2 – Rio Canoinhas, Rio Novo, Rio das Pedras, Rio da Piedade e Rio dos Pardos;
- UG3 – Rio do Bugre, Rio Tigre e Rio Argentina;
- UG4 – Rio São João, Rio da Estiva, Rio da Ponte e Rio do Príncipe;
- UG5 – Rio Butiá e Rio Canivete ou Saltinho;
- UG6 – Rio Negrinho, Rio da Areia, Rio da Lança e Rio São Lourenço;
- UG7 – Rio Preto e Rio Bituva;
- UG8 – Rio Negrinho, Rio São Bento, Rio Turvo e Rio Tijucuma.

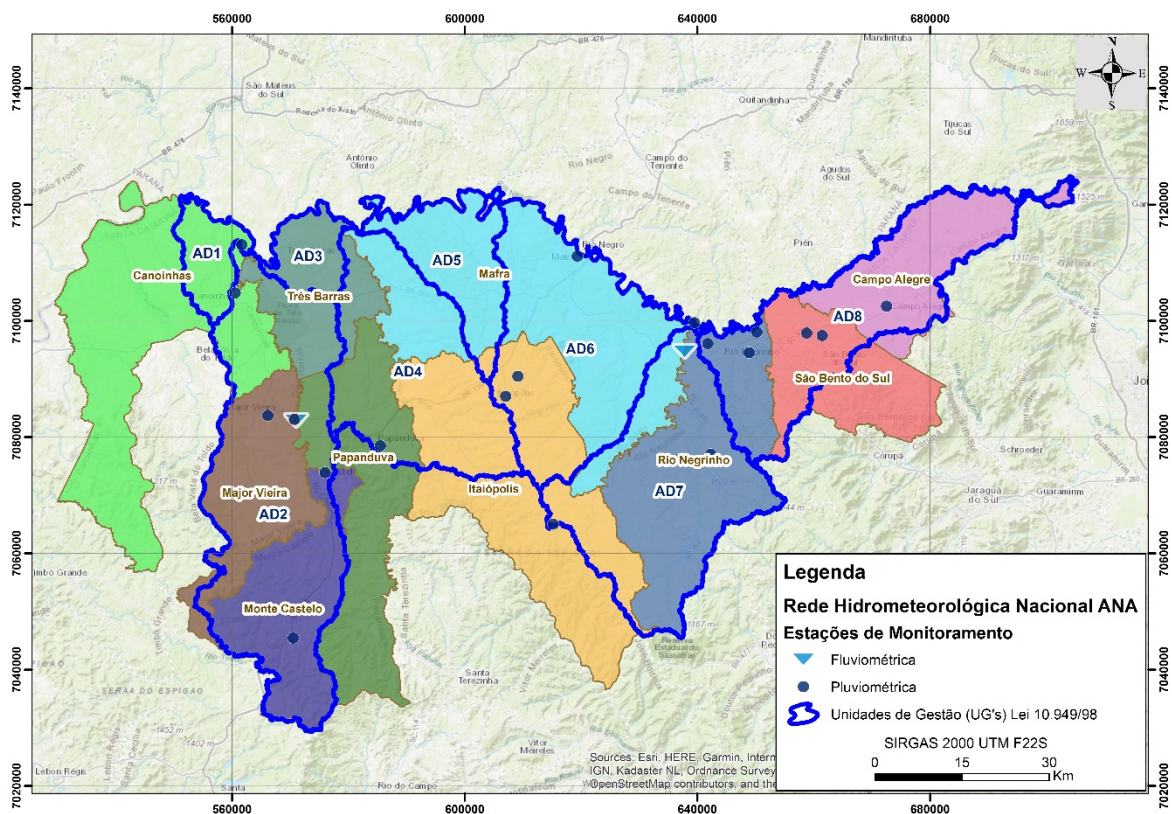
No que se refere à hidrografia relacionada às divisões territoriais municipais (Figura 2), identifica-se que a bacia do Rio Canoinhas intercepta 5 (cinco) sedes municipais, e a bacia do Rio Negro 7 (sete) municípios, sendo 5 (cinco) catarinenses.

Figura 2 – unidades de Gestão sobrepostas aos limites territoriais municipais na Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro.



Quanto às estações de monitoramento, as pluviométricas estão distribuídas ao longo de nove municípios: Canoinhas, Itaiópolis, Major Vieira, Papanduva, Rio Negrinho, São Bento do Sul, Mafra, Monte Castelo e Campo Alegre, portanto, apenas Três Barras não possui estação ativa. Por outro lado, as fluviométricas encontram-se nos municípios de Major Vieira e Mafra (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Figura 3 – distribuição espacial das estações de monitoramento pluviométricas e fluviométricas na Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro.



Como historicamente os municípios desenvolveram-se ao longo das planícies de inundação de cursos d'água, é justificável que suas sedes sejam associadas aos cursos hídricos. Contudo, após décadas de consolidação urbana, é factível que os mananciais de abastecimento humano, já não sejam mais os rios que originaram as ocupações, ou quando são, já não configuram a única fonte. Costumeiramente, os mananciais utilizados para abastecimento encontram-se à montante dos centros urbanos, em localização não favorecida por contaminações.

Além disso, há muitos municípios que contam tanto com o abastecimento proveniente de águas superficiais, por exemplo, como também, com suprimento oriundo de águas subterrâneas.

Ainda, frisa-se que apesar do potencial de contaminação das águas subterrâneas, que as atividades em superfície podem proporcionar, a maior degradação ocorre sobre as águas superficiais, principalmente no tocante ao lançamento clandestino de efluentes, sem submissão a qualquer tipo de tratamento prévio.

4.1.2.1 Unidade de Gestão 01 - UG1

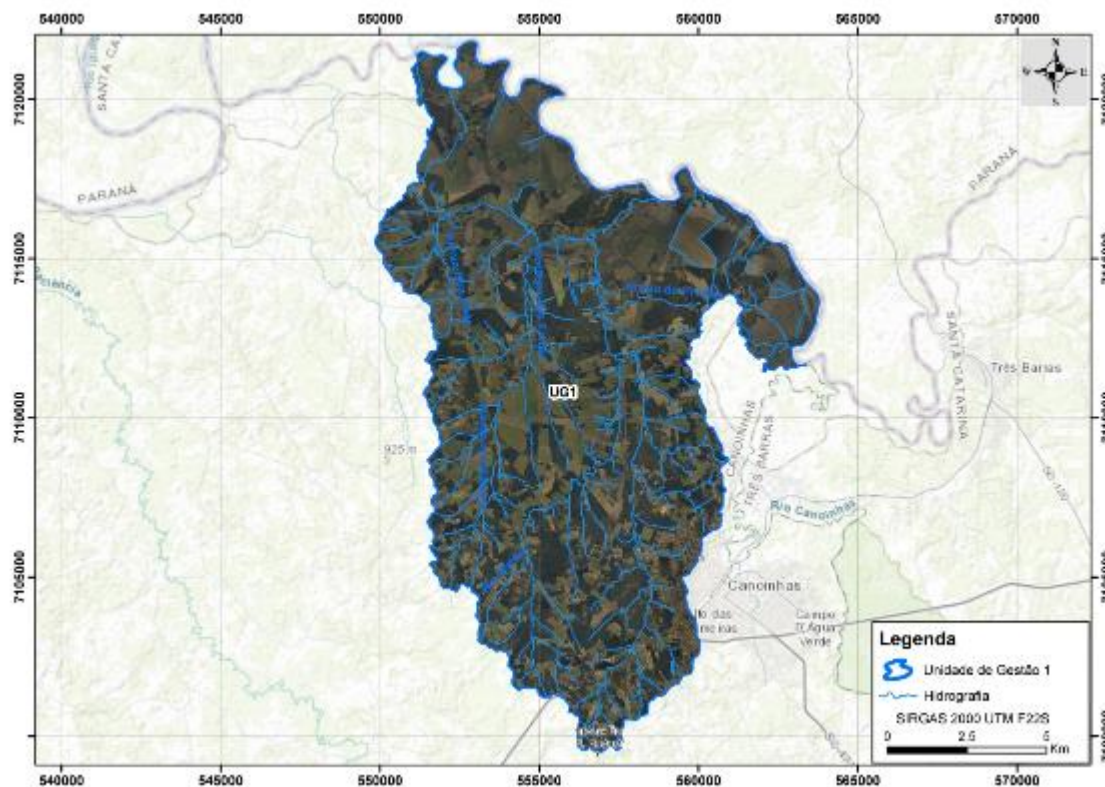
A Unidade de Gestão 1 (UG1), da Unidade de Planejamento e Gerenciamento 5.2, drena suas águas para o rio Negro, a partir dos canais principais do rio Matão e rio da Piedade ou Volta Grande.

A morfometria da UG1 é caracterizada pelos seguintes parâmetros:

- Área: 165,98 km²
- Área relativa a UPG 5.2: 2,8%
- Perímetro: 99,15 km
- Largura média: 9,43 km
- Cota máxima: 898,31 m
- Cota mínima: 752,60 m
- Relevo total: 145,70 m
- Comprimento do rio da Piedade ou Volta Grande (rio principal): 23,43 km
- Comprimento do rio Matão: 13,52 km
- Sinuosidade do rio da Piedade ou Volta Grande (rio principal): 24,89 %
- Fator de forma (Kf): 0,54
- Índice de compacidade (Kc): 2,15
- Densidade de drenagem - rios principais (Dd-r): 0,41 km/km²
- Densidade de drenagem - hidrografia (Dd-h): 1,58 km/km²

A Unidade de Gestão 1 (UG1) compreende uma bacia hidrográfica de pequeno porte, com medida inferior a 1.000 km², e formato praticamente circular (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). O Fator de Forma (kf) próximo a 0,5 e o Índice de Compacidade (Kc) acima de 1,5 indicam que a UG1 não é susceptível à ocorrência de enchentes e inundações, entretanto, eventos de inundações podem ocorrer devido ao Relevo Total de 145,70 m indicar condição predominantemente plana, o que se confirma pela sua localização, próxima ao canal de drenagem do rio Negro. Neste caso, inundações no rio Negro com elevação da cota no canal, podem afetar a UG1 nas suas áreas mais baixas, principalmente na foz do rio Matão. A Densidade de Drenagem (Dd-h) aponta que a UG1 tem capacidade de drenagem de boa a regular. O Índice de Sinuosidade de 24,89% indica que o rio Matão é retilíneo.

Figura 4 – limite da Unidade de Gestão 1.



4.1.2.2 Unidade de Gestão 02 - UG2

A Unidade de Gestão 2 (UG2), da Unidade de Planejamento e Gerenciamento 5.2, é formada pela Bacia Hidrográfica do rio Canoinhas. Seus afluentes e canal principal direcionam as águas para um único ponto, denominado de foz ou exutório da bacia. Este ponto de confluência, representa a interseção do rio Canoinhas com o rio Negro, portanto a UG2 drena suas águas para o rio Negro a partir dos canais principais Rio Canoinhas, Rio Novo, Rio das Pedras, Rio da Piedade, Rio dos Pardos. A morfometria da UG2 é caracterizada pelos seguintes parâmetros:

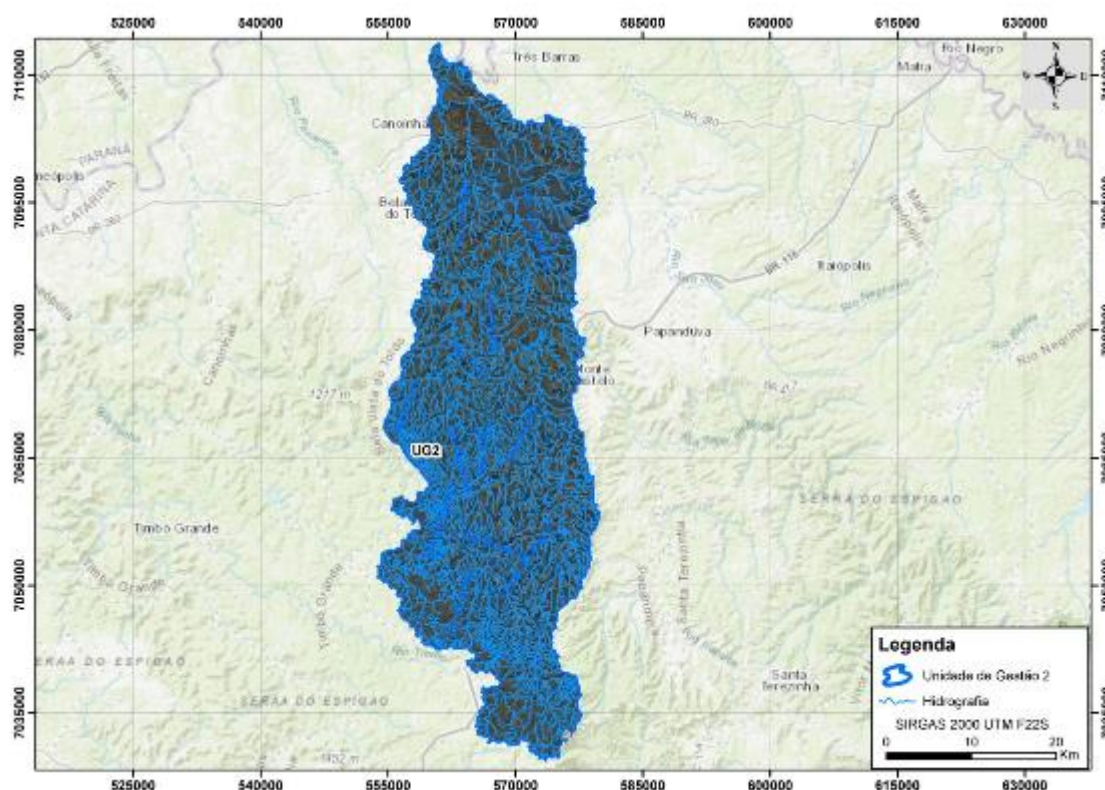
- Área: 1443,48 km²
- Área relativa a UPG 5.2: 24,35%
- Perímetro: 365,54 km
- Largura média: 17,39 km
- Cota máxima: 1343,80 m
- Cota mínima: 416,08 m

- Relevo total: 611,22 m
- Comprimento do rio Canoinhas (rio principal): 191,03 km
- Comprimento do rio Novo: 20,56 km
- Comprimento do rio das Pedras: 15,96 km
- Comprimento do rio da Piedade: 19,60 km
- Comprimento do rio dos Pardos: 16,29 km
- Sinuosidade do rio Canoinhas (rio principal): 56,55%
- Fator de forma (F): 0,21
- Índice de compacidade (Kc): 2,69
- Densidade de drenagem - rios principais (Dd-r): 0,62 km/km²
- Densidade de drenagem – hidrografia (Dd-h): 2,36 km/km²

A Unidade de Gestão (UG2) é uma bacia hidrográfica de médio porte, uma vez superior a 1.000 km², com formato próximo alongado no eixo vertical (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). O Fator de Forma (kf) menor que 0,5 e o Índice de Compacidade (Kc) acima de 1,5 indicam que a UG2 não é susceptível à ocorrência de enchentes e inundações, contudo, eventos de inundações podem ocorrer em planícies topográficas na região da foz, próxima à confluência do rio Canoinhas com o rio Negro. As inundações podem ocorrer em função da elevação do nível do rio Negro, que devido à condição de conectividade com o rio Canoinhas, pode inundar a região de confluências dos rios e áreas ao entorno.

A UG2 possui forma retangular alongada, devido a sua largura média de 17,39 km e área de 1.443,48 km². O Relevo Total de 611,22 m indica que a UG2 possui áreas de relevo acidentado, contrastando com planícies topográficas em vales e próximas à foz. A Densidade de Drenagem (Dd-h) aponta que a UG2 tem boa capacidade de drenagem, e o Índice de Sinuosidade de 56,55% indica que o rio Canoinhas é muito sinuoso.

Figura 5 – limite da Unidade de Gestão 2.



4.1.2.3 Unidade de Gestão 03 - UG3

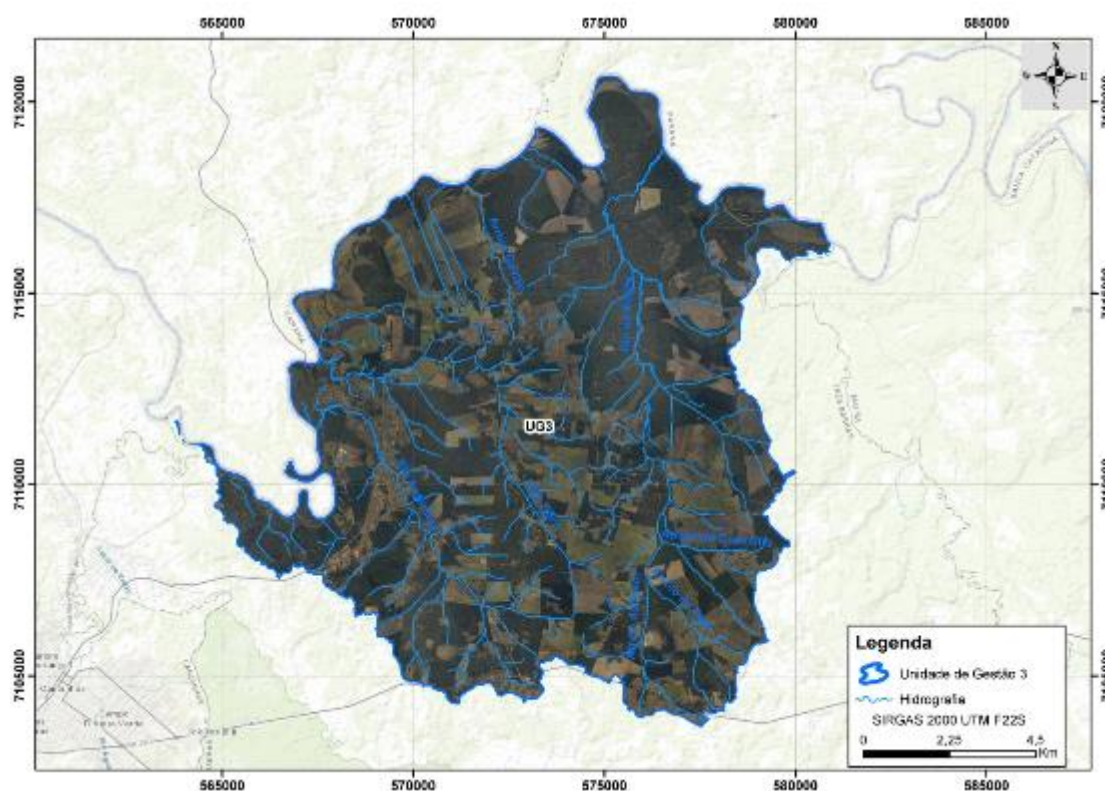
A Unidade de Gestão 3 (UG3), da Unidade de Planejamento e Gerenciamento 5.2, drena suas águas para o rio Negro a partir dos canais principais Rio do Bugre, Rio Tigre, Rio Argentina. A morfometria da UG3 é caracterizada pelos seguintes parâmetros:

- Área: 161,52 km²
- Área relativa a UPG 5.2: 2,72%
- Perímetro: 94,91 km
- Largura média: 10,42 km
- Cota máxima: 870,03 m
- Cota mínima: 755,05 m
- Relevo total: 159,35 m
- Comprimento do rio do Bugre (rio principal): 21,03 km
- Comprimento do rio Tigre: 13,75 km
- Comprimento do rio Argentina: 11,56 km

- Sinuosidade do rio do Bugre (rio principal): 26,29%
- Fator de forma (F): 0,67
- Índice de compacidade (Kc): 2,09
- Densidade de drenagem - rios principais (Dd-r): 0,43 km/km²
- Densidade de drenagem – hidrografia (Dd-h): 1,49 km/km²

A UG3 é uma bacia hidrográfica de pequeno porte, com área inferior a 1.000 km², e formato próximo ao circular (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). O Fator de Forma (kf) próximo a 0,5 e o Índice de Compacidade (Kc) acima de 1,5, indicam que a UG3 não é susceptível à ocorrência de enchentes e inundações. Todavia, eventos de inundações podem ocorrer devido ao Relevo Total de 159,35 m indicar condição plana, o que se confirma pela sua localização próxima ao canal de drenagem do rio Negro, e devido a sua condição de conectividade dos rios do Bugre, Tigre e Argentina. Diante disso, inundações no rio Negro com elevação da cota no canal podem afetar a UG3 nas suas áreas planas, especialmente na foz dos rios supracitados. A Densidade de Drenagem (Dd-h) é boa a regular. O Índice de Sinuosidade de 26,29% indica que o rio do Bugre é retilíneo.

Figura 6 – limite da Unidade de Gestão 3.



4.1.2.4 Unidade de Gestão 04 - UG4

A Unidade de Gestão 4 (UG4), da Unidade de Planejamento e Gerenciamento 5.2, é formada pela Bacia Hidrográfica do rio São João (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Seus afluentes e canal principal direcionam as águas para um único ponto, denominado de foz ou exutório da bacia. Este ponto de confluência representa a interseção do rio São João com o rio Negro, portanto a UG4 drena suas águas para o rio Negro a partir dos canais principais Rio São João, Rio da Estiva, Rio da Ponte, Rio do Príncipe. A morfometria da UG4 é caracterizada pelos seguintes parâmetros:

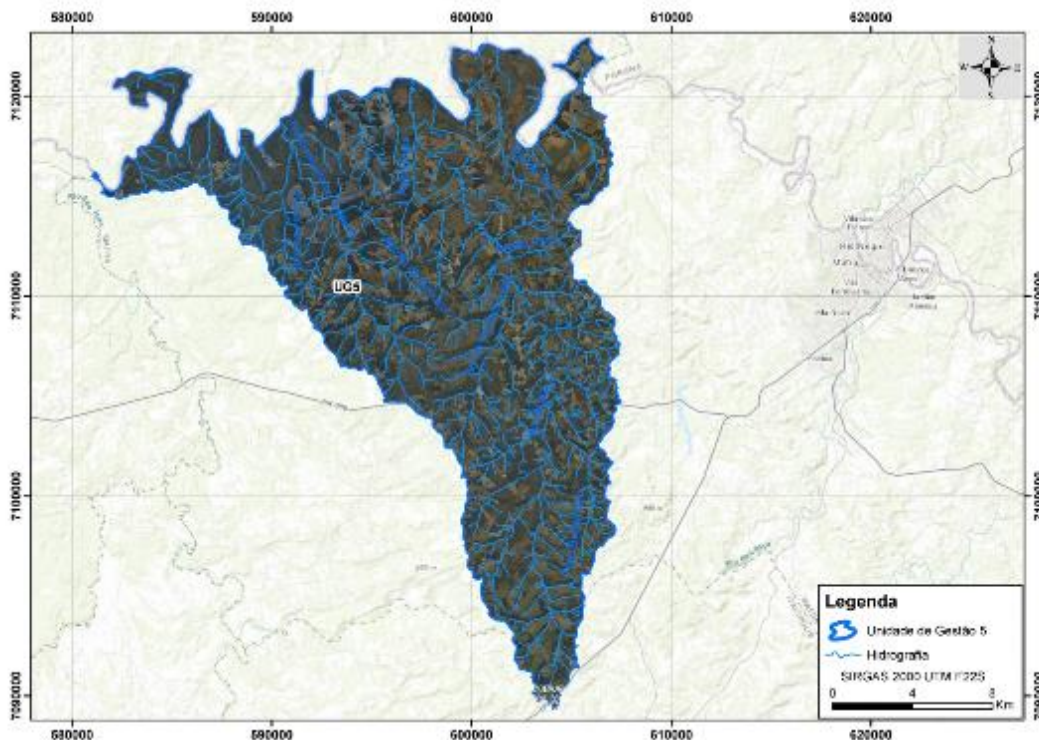
- Área: 878,07 km²
- Área relativa a UPG 5.2: 14,81%
- Perímetro: 230,48 km
- Largura média: 16,99 km
- Cota máxima: 1016,16 m
- Cota mínima: 418,90 m
- Relevo total: 401,00 m
- Comprimento do rio São João (rio principal): 118,82 km
- Comprimento do rio da Estiva: 31,88 km
- Comprimento do rio da Ponte: 18,26 km
- Comprimento do rio do Príncipe: 17,03 km
- Sinuosidade do rio São João (rio principal): 56,51%
- Fator de forma (F): 0,33
- Índice de compacidade (Kc): 2,18
- Densidade de drenagem - rios principais (Dd-r): 0,6 km/km²
- Densidade de drenagem – hidrografia (Dd-h): 1,87 km/km²

A UG4 é uma bacia hidrográfica de pequeno porte, inferior a 1.000 km², com formato próximo ao circular. O Fator de Forma (kf) menor que 0,5 e o Índice de Compacidade (Kc) acima de 1,5 indicam que a UG4 não é susceptível à ocorrência de enchentes e inundações, contudo, eventos de inundações podem ocorrer na sua área de foz, próxima à confluência do rio São João com o rio Negro. O Relevo Total de 401,00 m indica que a UG4 possui áreas de relevo declivosos, contrastando com planícies topográficas em vales e próximas à foz. A Densidade de Drenagem (Dd-h) aponta que a UG4 tem capacidade de drenagem de boa a regular. O Índice de Sinuosidade de 56,51% indica que o rio São João é muito sinuoso.

- Fator de forma (F): 0,35
- Índice de compacidade (Kc): 2,75
- Densidade de drenagem - rios principais (Dd-r): 0,47 km/km²
- Densidade de drenagem – hidrografia (Dd-h): 1,79 km/km²

A Unidade de Gestão 5 é uma bacia hidrográfica de pequeno porte, inferior a 1.000 km², com formato próximo ao circular (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). O Fator de Forma (kf) próximo a 0,5 e o Índice de Compacidade (Kc) acima de 1,5 indicam que a UG5 não é susceptível à ocorrência de enchentes e inundações. Não obstante, inundações podem ocorrer devido a sua localização, próxima ao canal de drenagem do rio Negro, e devido a sua condição de conectividade dos rios do Butiá, Canivete ou Saltinho e do Turvo. Isto posto, inundações no rio Negro com elevação da cota no canal podem afetar a UG5 nas suas áreas planas, especialmente na foz dos rios supracitados. A Densidade de Drenagem (Dd-h) aponta que a UG5 tem boa capacidade de drenagem. O Índice de Sinuosidade de 31,82% indica que o rio Butiá é divagante.

Figura 8 – limite da Unidade de Gestão 5.



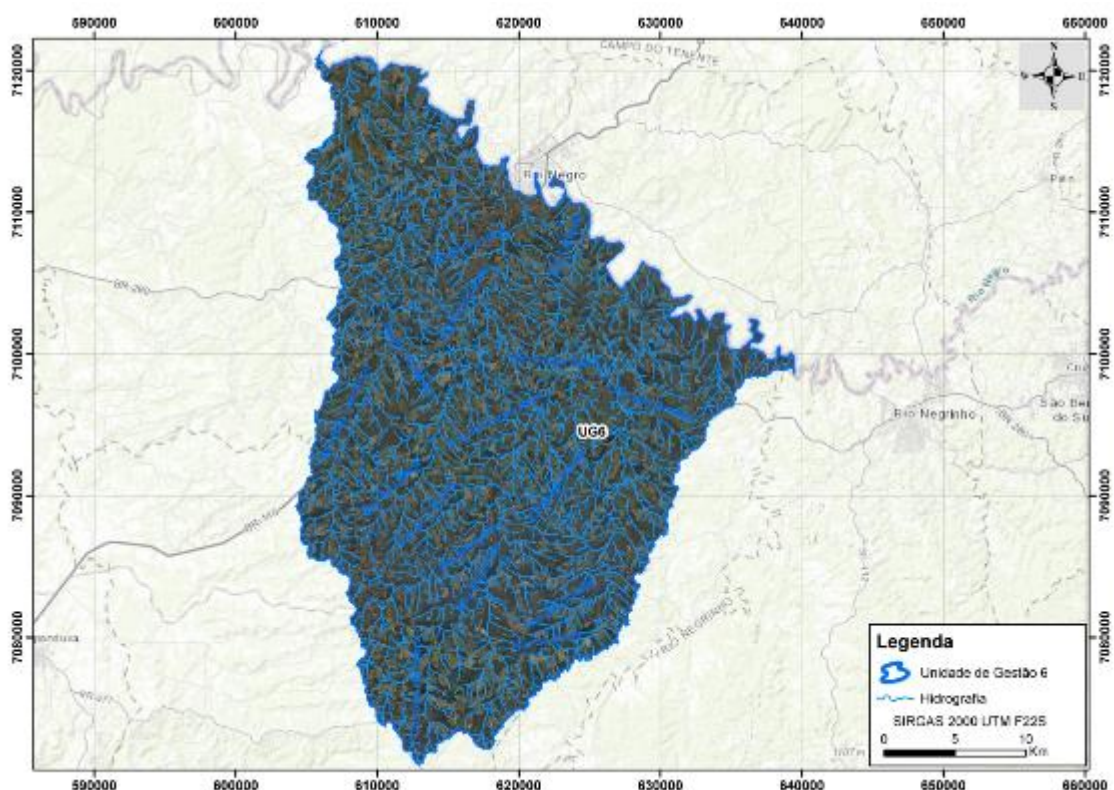
4.1.2.6 Unidade de Gestão 06 - UG6

A Unidade de Gestão 6 (UG6), da Unidade de Planejamento e Gerenciamento 5.2, drena suas águas para o rio Negro, a partir dos canais principais Rio Negrinho, Rio Da Areia, Rio da Lança, Rio São Lourenço. A morfometria da UG6 é caracterizada pelos seguintes parâmetros:

- Área: 951,98 km²
- Área relativa a UPG 5.2: 16,06%
- Perímetro: 249,62 km
- Largura média: 26,15 km
- Cota máxima: 1017,43 m
- Cota mínima: 762,61 m
- Relevo total: 287,68 m
- Comprimento do rio Negrinho (rio principal): 86,88 km
- Comprimento do rio da Areia: 44,52 km
- Comprimento do rio da Lança: 42,16 km
- Comprimento do rio São Lourenço: 44,87 km
- Sinuosidade do rio Negrinho (rio principal): 58,10%
- Fator de forma (F): 0,72
- Índice de compacidade (Kc): 2,27
- Densidade de drenagem - rios principais (Dd-r): 0,48 km/km²
- Densidade de drenagem – hidrografia (Dd-h): 2,08 km/km²

A UG6 é uma bacia hidrográfica de pequeno porte (< 1.000 km²), com formato próximo ao circular (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). O Fator de Forma (kf) próximo a 0,7 e o Índice de Compacidade (Kc) acima de 1,5 indicam que a UG6 possui tendência mediana à ocorrência de enchentes e inundações. Sua proximidade ao canal de drenagem do rio Negro, associada à condição de inúmeros canais de drenagem confluírem com o rio Negro, em diferentes pontos, aumenta a susceptibilidade da UG6 a eventos de inundações nas áreas planas, próximas à foz dos rios Negrinho, da Areia, da Lança e São Lourenço. À vista disso, inundações no rio Negro com elevação da cota no canal podem afetar a UG6 nas suas áreas planas, especialmente nos pontos em que os rios supracitados se conectam com o rio Negro. A Densidade de Drenagem (Dd-h) aponta que a UG6 tem boa capacidade de drenagem. O rio Índice de Sinuosidade de 58,10% indica que o rio Negrinho é muito sinuoso.

Figura 9 – limite da Unidade de Gestão 6.



4.1.2.7 Unidade de Gestão 07 - UG7

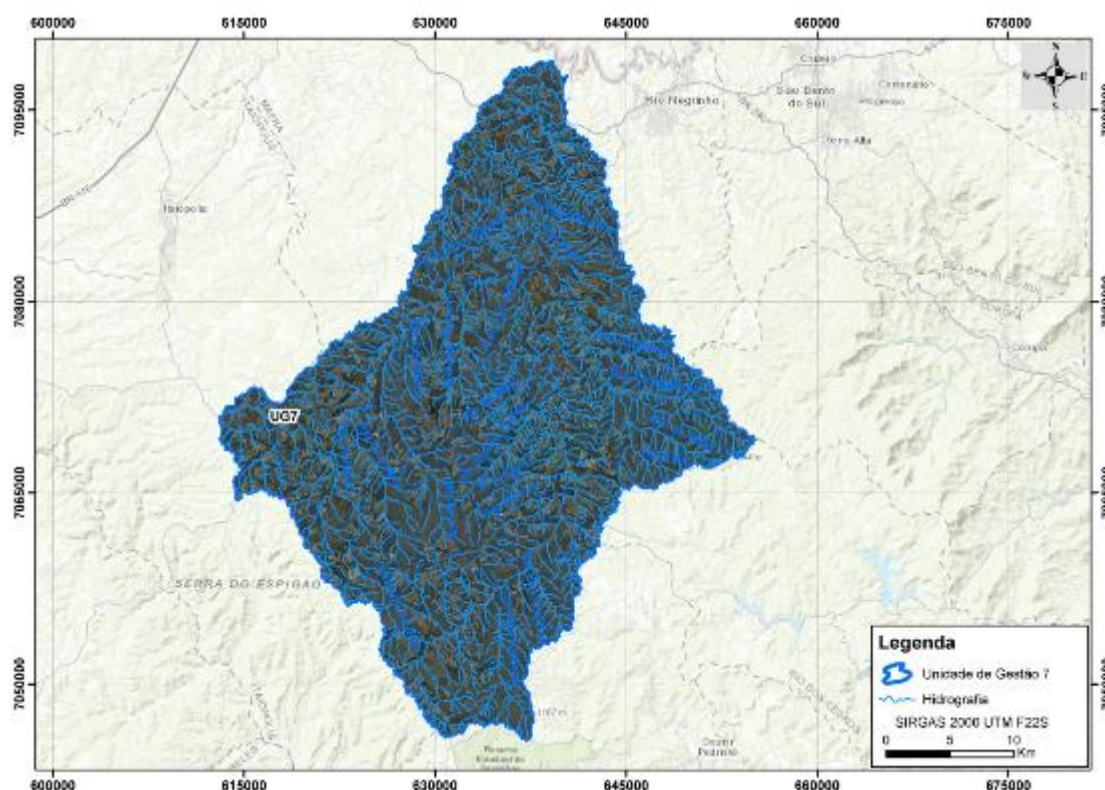
A Unidade de Gestão 7 (UG7), da Unidade de Planejamento e Gerenciamento 5.2, é formada pela Bacia Hidrográfica do rio São Preto. Seus afluentes e canal principal direcionam as águas para um único ponto, denominado de foz ou exutório da bacia. Este ponto de confluência representa a interseção do rio Preto com o rio Negro, portanto, a UG7 drena suas águas para o rio Negro, a partir dos canais principais Rio Preto, Rio Bituva. A morfometria da UG7 é caracterizada pelos seguintes parâmetros:

- Área: 1026,37 km²
- Área relativa a UPG 5.2: 17,32%
- Perímetro: 271,93 km
- Largura média: 19,10 km
- Cota máxima: 1045,78 m
- Cota mínima: 774,35 m
- Relevo total: 204,28 m

- Comprimento do rio Preto (rio principal): 109,58 km
- Comprimento do rio Bituva: 69,72 km
- Sinuosidade do rio Preto (rio principal): 50,95%
- Fator de forma (F): 0,36
- Índice de compacidade (Kc): 2,38
- Densidade de drenagem - rios principais (Dd-r): 0,58 km/km²
- Densidade de drenagem – hidrografia (Dd-h): 2,23 km/km²

A UG7 possui a característica tradicional de direcionar toda a água para o exutório. Adicionalmente, relata-se tratar de uma bacia hidrográfica de médio porte, com valor ligeiramente superior a 1.000 km², e formato próximo ao circular (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). O Fator de Forma (kf) menor que 0,5 e o Índice de Compacidade (Kc) acima de 1,5 indicam que a UG7 não é susceptível à ocorrência de enchentes e inundações, porém, eventos de inundações podem ocorrer na sua área de foz, próximos à confluência do rio São João com o rio Negro. O Relevo Total de 204,28 m indica que a UG7 possui áreas de relevo declivosos, contrastando com planícies topográficas em vales e próximas à foz. A Densidade de Drenagem (Dd-h) aponta que a UG7 tem boa capacidade de drenagem. O rio Índice de Sinuosidade de 50,95% indica que o rio Preto é muito sinuoso.

Figura 10 – limite da Unidade de Gestão 7.



4.1.2.8 Unidade de Gestão 08 - UG8

A Unidade de Gestão 8 (UG8), da Unidade de Planejamento e Gerenciamento 5.2, drena suas águas para o rio Negro, a partir dos canais principais: Rio Negrinho, Rio São Bento, Rio Turvo, Rio Tijucuma. A morfometria da UG8 é caracterizada pelos seguintes parâmetros:

- Área: 934,39 km²
- Área relativa a UPG 5.2: 15,76%
- Perímetro: 400,14 km
- Largura média: 39,21 km
- Cota máxima: 1538 m
- Cota mínima: 775,16 m
- Relevo total: 177,49 m
- Comprimento do rio Negrinho (rio principal): 40,63 km
- Comprimento do rio São Bento: 16,92 km
- Comprimento do rio Turvo: 44,15 km

- Comprimento do rio Tijucuma: 21,53 km
- Sinuosidade do rio Negrinho (rio principal): 41,35%
- Fator de forma (F): 1,65
- Índice de compacidade (Kc): 3,67
- Densidade de drenagem - rios principais (Dd-r): 0,47 km/km²
- Densidade de drenagem – hidrografia (Dd-h): 2,59 km/km²

A UG8 é uma bacia hidrográfica de pequeno porte, inferior a 1.000 km², com formato alongado diagonal com sentido sudoeste-nordeste (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). O Fator de Forma (kf) próximo a 1,5 e o Índice de Compacidade (Kc) acima de 2,5 indicam que a AD7 possui tendência mediana à ocorrência de enchentes e inundações. Sua localização próxima ao canal de drenagem do rio Negro, associada à condição de inúmeros canais de drenagem confluírem com o rio Negro em diferentes pontos, aumenta a susceptibilidade da UG7 a eventos de inundações nas áreas planas próximas à foz dos rios Negrinho, São Bento, Turvo, Tijucuma e outros canais. Em tal caso, inundações no rio Negro com elevação da cota no canal podem afetar a UG7 nas suas áreas planas, especialmente nos pontos em que os rios supracitados se conectam com o rio Negro. A Densidade de Drenagem (Dd-h) aponta que a UG7 tem boa capacidade de drenagem. O rio Índice de Sinuosidade de 41,35% indica que o rio Negrinho é sinuoso.

4.2 Caracterização Ambiental

A atividade objetiva caracterizar brevemente os meios físico, biótico e socioeconômico da bacia hidrográfica, de interesse para o plano de recursos hídricos, a partir de dados secundários.

4.2.1 Caracterização e Evolução do Uso do Solo

O conhecimento sobre o uso da terra ganha relevo pela necessidade de garantir a sua sustentabilidade diante das questões ambientais, sociais e econômicas a ele relacionadas e trazidas à tona no debate sobre o desenvolvimento sustentável (MANUAL TÉCNICO DE USO DA TERRA, 2006 p.9).

Diante da temática proposta neste item torna-se de suma importância a definição e compreensão dos termos que subsidiam sua estruturação e fundamentam posteriores correlações. Os principais seguem abaixo:

- Terra;
- Cobertura da Terra;
- Uso da Terra.

A *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO, 1994) conceitua Terra como qualquer área delimitada na superfície terrestre envolvendo todos os atributos da biosfera imediatamente acima ou abaixo de sua superfície, bem como atributos do sistema abiótico representado pelo clima, solos e relevo, hidrologia superficial e subterrânea, as populações de animais e plantas e, a atividade humana passada ou presente.

A cobertura da terra é definida como a vegetação (natural ou plantada) ou as construções artificiais realizadas pelo homem na superfície da terra. Gelo, rocha nua, areia, água e superfícies similares também são classificadas como cobertura da terra (FAO, 1994).

Segundo Bie; Leeuwen; Zuidema (1996) o termo uso da terra, está associado às atividades realizadas pelo homem em um dado espaço terrestre, com o objetivo de obter através do uso dos recursos de tal sistema, benefícios e produtos. Assim sendo ressalta-se a função socioeconômica (agricultura, habitação, proteção ambiental) atribuída ao uso da terra em detrimento a utilização da cobertura do solo.

Os conceitos atribuídos à cobertura e ao uso da terra guardam íntima relação entre si e muitas vezes tal relação não é caracterizada. Geralmente, as atividades humanas estão diretamente relacionadas com o tipo de revestimento do solo, seja ele florestal, agrícola, residencial ou industrial.

A utilização de técnicas de sensoriamento remoto, com auxílio de fotografias aéreas ou imagens de satélite, pode ser correlacionada à cobertura da terra e usada para mapear os mais diversos temas. Todavia algumas ressalvas devem ser feitas, principalmente na determinação das atividades de uso da terra correlacionadas à cobertura e, a data em que as imagens foram obtidas. Entretanto nem todas as atividades antrópicas se encontram diretamente relacionadas com a cobertura. O turismo, por exemplo, é uma atividade de lazer que ocorre em coberturas variadas (florestas, campos, águas), e só pode ser correlacionada a cobertura através de dados suplementares (MANUAL TÉCNICO DE USO DA TERRA, 2006).

Em suma uma análise sistêmica deve ser realizada através do somatório entre técnicas de sensoriamento remoto, saídas a campo, revisões bibliográficas e entrevista com moradores. Outrossim, deve-se ter em mente que, qualquer que seja a fonte básica de informação, nenhuma cobertura da terra poderá ser mapeada em toda sua diversidade e complexidade e, que a unidade de mapeamento deverá fornecer ao usuário uma representação aceitável da realidade.

Dito isto, para a realização deste trabalho foram adquiridas as imagens dos satélites Landsat 5 (TM), Landsat 7 (ETM+) e Landsat 8 (OLI), fornecidas pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS – United States Geological Survey) no endereço eletrônico <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

As cenas utilizadas foram da órbita/ponto 221/78 e 220/78, sendo utilizada adicionalmente, em alguns casos, a imagem 221/79 para completar a análise em partes onde as duas primeiras cenas não cobrem totalmente a área de estudo.

Foram realizadas três classificações de uso da terra, para os anos de 2000, 2007 e 2018, com as imagens obtidas nas datas descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - atributos das imagens Landsat utilizadas.

ANO	DATA DA IMAGEM 220/78	DATA DA IMAGEM 221/78
2000	07 de maio	17 de julho
2007	23 de agosto	03 de fevereiro
2018	20 de julho	11 de julho

O método de classificação empregado foi a análise de imagem orientada a objeto, utilizando para isto o software ArcGis 10.3[®], através da extensão Spatial Analyst, onde encontram-se as ferramentas de segmentação e classificação.

O sistema de classificação utilizado no presente trabalho, multinível, subsidia-se no Manual Técnico de Uso da Terra (2006) sendo basicamente uma divisão sucessiva do universo em três níveis de abstração.

Os níveis de abstração utilizados definirão as classes e subclasses das coberturas da terra dentro da poligonal estudada, quais sejam:

- O nível I (classes) indica as principais categorias da cobertura terrestre no planeta, que podem ser discriminadas a partir da interpretação direta dos dados dos sensores remotos.
- O nível II (subclasses), nesse nível nem todas as categorias podem ser interpretadas com igual confiabilidade somente a partir de dados de sensores remotos, sendo necessário o uso de dados complementares e observações de campo.
- O nível III (unidades) explicita os usos propriamente ditos, e comporta inúmeras combinações entre os tipos de uso e de cobertura do território nacional. Neste patamar é imprescindível a utilização de dados exógenos aos sensores remotos, como aqueles obtidos a partir de observações em campo, inventários, entrevistas e documentação em geral.

Ao abstrairmos, por exemplo, a categoria das Terras Antrópicas Agrícolas (Nível I), subdividindo-a nas subcategorias nominadas culturas temporárias, culturas permanentes, pastagens e silvicultura (Nível II) estamos partindo do todo para se chegar a subconjuntos da agricultura considerada, salientando que os atributos usados como características diferenciadoras são inerentes às categorias agrupadas (MANUAL TÉCNICO DE USO DA TERRA, 2006).

Sendo assim o mapa utilizará a classificação indicada na

Tabela 2.

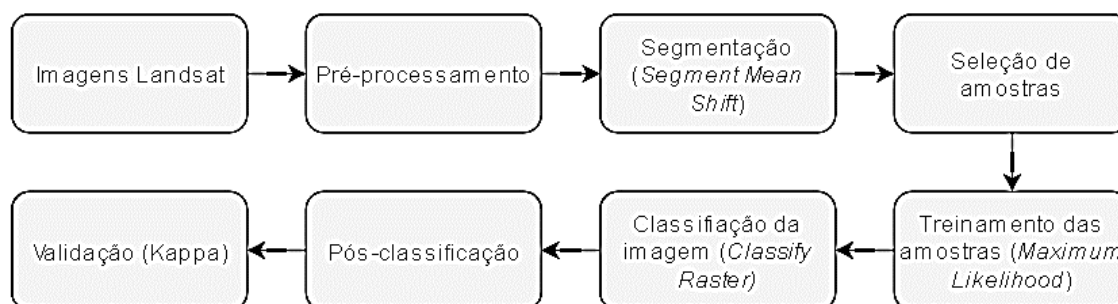
Tabela 2 - classificação utilizada no mapa de cobertura e uso da terra.

Nível I	Nível II	
1. Áreas Antrópicas Não Agrícolas	1.1	Área Urbanizada
	1.2	Área de Mineração
2. Área Antrópicas Agrícolas	2.1	Cultura Temporária
	2.2	Cultura Permanente
	2.3	Pastagem
	2.4	Silvicultura
3. Áreas de Vegetação Natural	3.1	Florestal
	3.2	Campestre
4. Água	4.1	Corpos d'água continentais
	4.2	Corpos d'água costeiros

Fonte: MANUAL TÉCNICO DE USO DA TERRA, 2006.

O fluxo de trabalho ocorreu conforme a Figura 12, sendo primeiramente aplicada a ferramenta Segment Mean Shift, a qual identifica segmentos (chamados de objetos) na imagem a partir do agrupamento de pixels adjacentes que possuem características espectrais similares.

Figura 12 – fluxo de trabalho.



A partir deste ponto são selecionados os polígonos amostrais para gerar as amostras de treinamento, através do algoritmo de classificação supervisionada por Máxima Verossimilhança. Por fim, a classificação da imagem final ocorre na ferramenta Classify Raster, onde são inseridas as amostras treinadas e a imagem a qual se pretende classificar.

Vale ressaltar que para a segmentação e classificação das imagens, foram utilizadas composições coloridas falsa cor, sendo para as imagens Landsat 5 (TM) e 7 (ETM+) as composições 5r/4g/3b e para as imagens Landsat 8 (OLI) as cores 6r/5g/4b, tendo como recorte as áreas das bacias AD1 a AD8 em um buffer de 1km.

A pós-classificação da imagem ocorreu seguindo as seguintes ferramentas: majority filter, boundary clean, region group, set null e nibble (count<25).

Para a etapa de validação das classificações de uso da terra realizadas foram computados 100 pontos em toda a área de estudo, sendo estes superpostos a imagem classificada, gerando uma matriz de confusão e análise mediante índice Kappa, através da ferramenta Compute Confusion Matrix, do ArcGis 10.3[®].

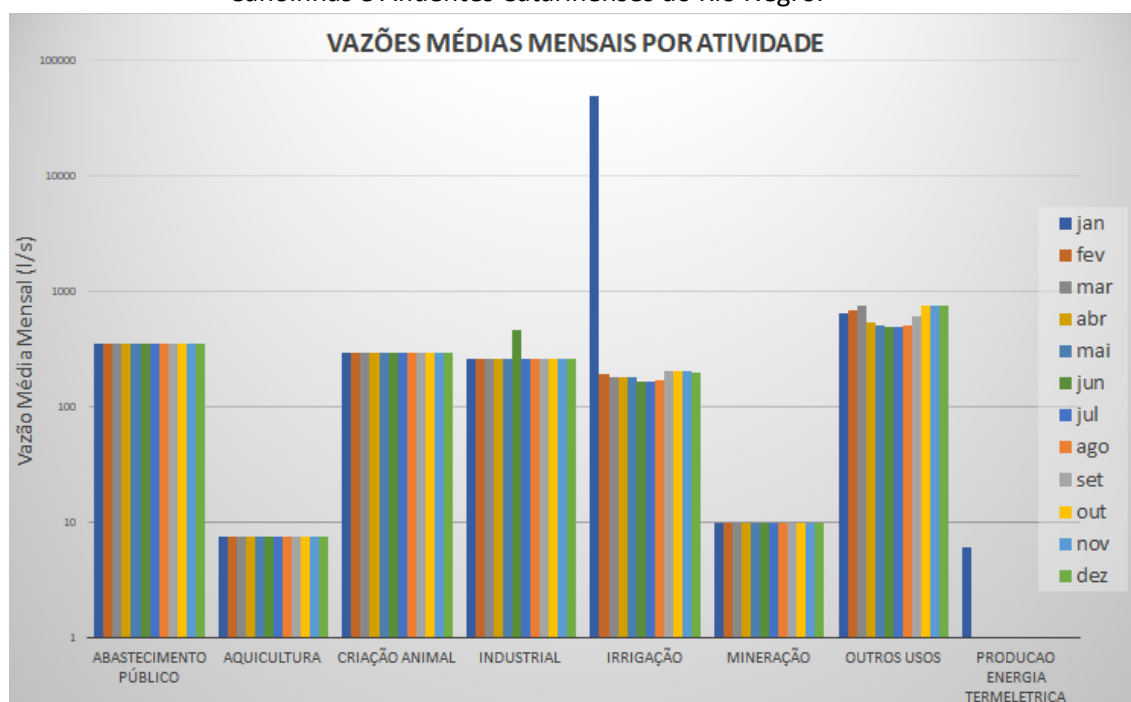
Os resultados dos índices Kappa obtidos para as classificações foram de 0,86, 0,83 e 0,88, respectivamente para as classificações das imagens dos anos de 2000, 2007 e 2018.

É importante informar que, devido à diferença entre as datas das imagens disponíveis, e por isso utilizadas para a determinação dos usos da terra neste estudo, ocorre variação sazonal, característica a qual é responsável por influenciar as porcentagens de alguns usos, principalmente relacionados à agricultura, às áreas descobertas, e à hidrografia. Como atributo comum, observa-se que as imagens utilizadas para a ilustração do perfil de uso da terra do ano de 2007, favorecem a identificação de áreas agrícolas, ao passo que as imagens de 2000 e 2018 apresentam, em sua

maioria, as mesmas regiões, como áreas descobertas. A particularidade pode ser observada de maneira unânime na bacia hidrográfica, pois as culturas agrícolas oscilam entre épocas de preparação do terreno, plantio e colheita, procedimento que resulta em exposição temporária do solo, para posterior reutilização.

Tal evidência observada, vem reforçar a ocorrência de variabilidade sazonal da vazão demandada de água na bacia hidrográfica, principalmente no tocante ao uso agrícola, para irrigação e aos outros usos, característica não observada em outras classes de uso nos cadastros de usuários já incluídos no sistema, conforme Figura 13.

Figura 13 – variação nas vazões médias mensais, conforme classe de uso, na Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro.



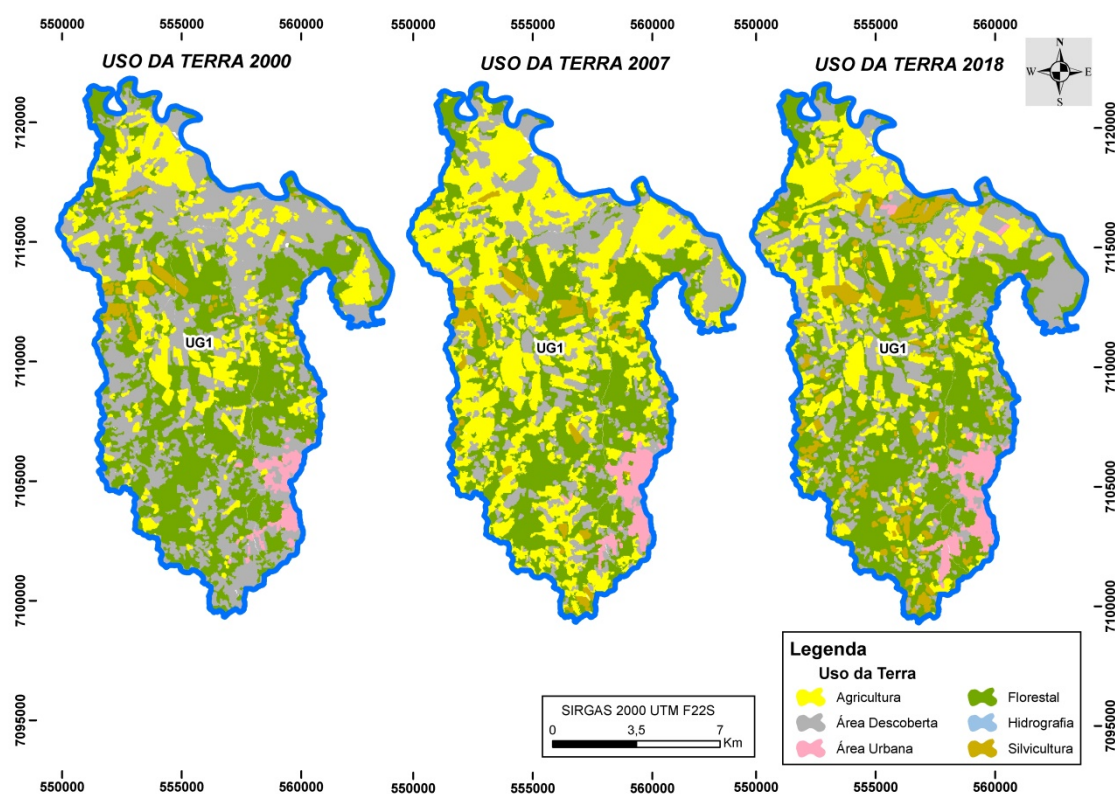
4.2.1.1 Evolução do Uso da Terra na UG1

Em relação à cobertura da terra, o mapeamento envolvendo os anos em análise (Figura 14 e Tabela 3) evidenciou uma tendência ao crescimento urbano na UG, como foco radial na porção sudeste, atualmente tal classe ocupa 614,14 hectares.

A mesma tendência de crescimento é observada na classe silvícola, impulsionada pela tradição madeireira regional. As áreas agrícolas encontraram-se distribuídas espacialmente ao longo desta unidade, e pode-se perceber um significativo incremento em suas áreas no ano de 2007.

Atualmente, devido às rotatividades das culturas, apresentou uma estabilização e uma concentração maior na porção noroeste, nas planícies de inundação do Rio Negro. Quanto às áreas descobertas, estas podem ser relacionadas às extrações de minérios, culturas agrícolas em pré-implantação, áreas desmatadas, dentre outras. Houve grande substituição de seus enquadramentos por áreas agrícolas e isso determina uma dinâmica agrícola local. As áreas florestais sofreram maior pressão em 2007, contudo, atualmente, encontram-se em crescimento, devido às políticas normativas de incentivo e proteção ambiental. A hidrografia manteve-se constante, embora o detalhamento mapeado não contemple com precisão todos os recursos hídricos.

Figura 14 - mapa de Cobertura e Uso da Terra para Unidade de Gestão 1.



A Tabela 3 estabelece os percentuais dos temas mapeados dentro da UG ao longo dos anos em análise.

Tabela 3 - quantificação das classes de Uso da Terra para UG1.

UNIDADE DE GESTÃO 1	USO DA TERRA 2000		USO DA TERRA 2007		USO DA TERRA 2018	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Área Urbana	360,92	2,17%	507,00	3,05%	614,14	3,70%
Agricultura	2.871,64	17,30%	6.308,45	38,01%	3.628,64	21,86%
Silvicultura	318,69	1,92%	600,68	3,62%	1.096,76	6,61%
Florestal	6.543,96	39,43%	5.638,31	33,97%	6.720,33	40,49%
Área Descoberta	6.419,23	38,67%	3.454,44	20,81%	4.466,23	26,91%
Hidrografia	83,71	0,50%	89,27	0,54%	72,05	0,43%

Ordenando as áreas das classes, têm-se atualmente a maior porção territorial da bacia hidrográfica representada por fragmentos florestais nativos (40,49%), seguida de áreas descobertas e agrícolas (26,91% e 21,86%). Posteriormente as classes de silvicultura (6,61%), área urbana (3,70%) e hidrografia (0,43%).

4.2.1.2 Evolução do Uso da Terra na UG2

A partir do mapeamento comparativo entre os anos de 2000, 2007 e 2018 (Figura 15), observou-se crescimento urbano, de 250 hectares, categoria que totaliza 1.847,67 hectares dentro da UG2. A área contempla os núcleos de desenvolvimento urbano dos Municípios de Major Vieira, Monte Castelo e a maior parte da mancha de ocupação urbana de Canoinhas.

No mesmo viés de crescimento, a área destinada à agricultura avançou consideravelmente nas últimas duas décadas, com índice de aumento de 4,98%, em um total de mais de 7 mil hectares convertidos, principalmente na região central e noroeste.

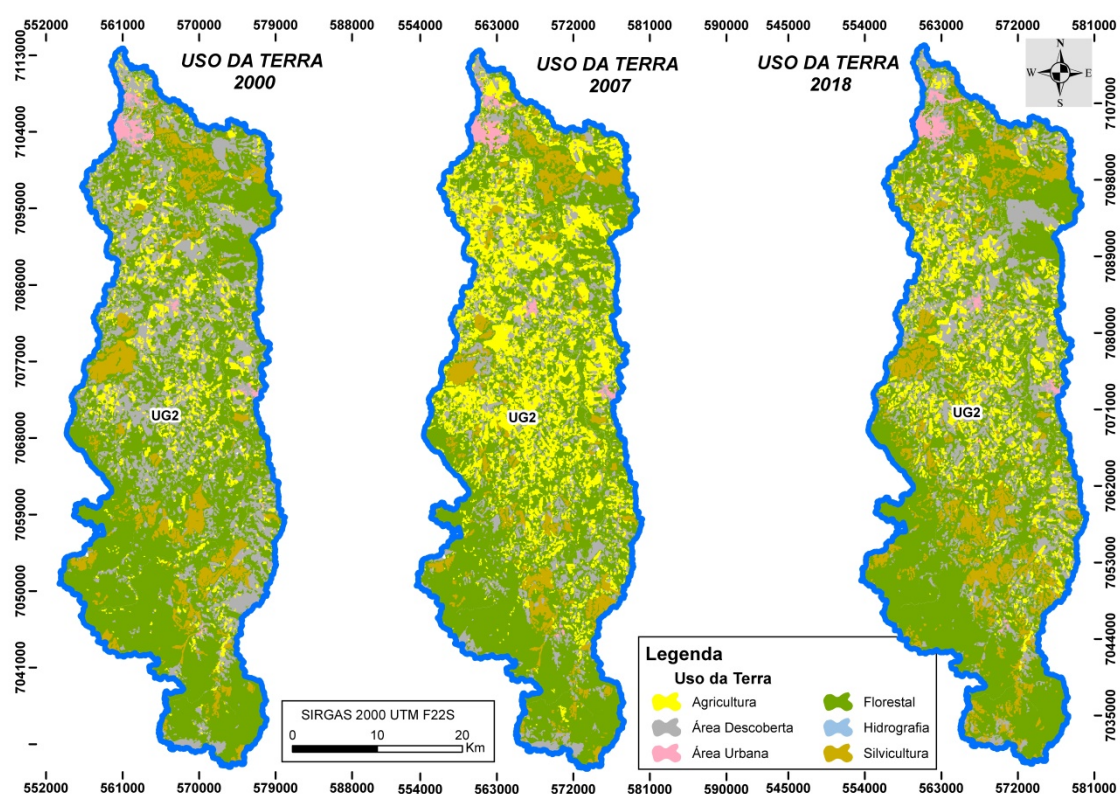
Também com tendencial crescimento, contudo, menor do que a agricultura, a silvicultura ampliou cerca de 4754,05 hectares, reforçando a boa fase do mercado regional da indústria moveleira e de papel e celulose.

Por outro lado, a categoria florestal não desfrutou do mesmo cenário, tendo sofrido redução de 3,05% de sua área, ao longo das últimas duas décadas, o que significou 4.416,07 hectares a menos de florestas, difundidos principalmente ao longo do território de Major Vieira e Canoinhas.

As áreas descobertas foram as que mais diminuíram, apresentando redução de 7.750,77 hectares. Essas porções foram convertidas em áreas para uso agrícola e silvícola.

Em menor proporção, a hidrografia também reduziu, no entanto, devido à escala de trabalho, os dados não dispõem de alta precisão, tendo representado apenas 26,93 hectares de diminuição.

Figura 15 - mapa de Cobertura e Uso da Terra para Unidade de Gestão 2.



A Tabela 4 estabelece os percentuais dos temas mapeados dentro da UG ao longo dos anos em análise.

Tabela 4 - quantificação das classes de Uso da Terra para UG2.

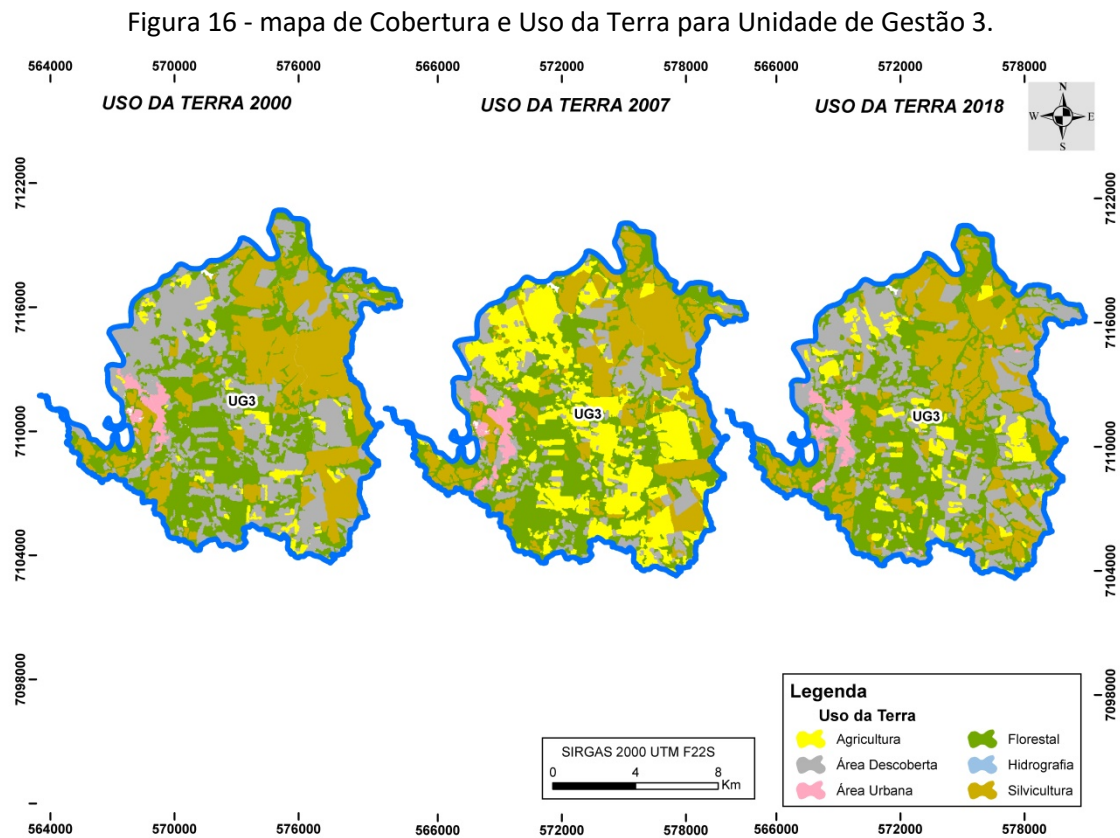
UNIDADE DE GESTÃO 2	USO DA TERRA 2000		USO DA TERRA 2007		USO DA TERRA 2018	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Área Urbana	1.597,32	1,11%	1.797,42	1,25%	1.847,67	1,28%
Agricultura	11.006,81	7,63%	36.258,70	25,12%	18.196,18	12,61%
Silvicultura	11.932,69	8,27%	11.398,05	7,90%	16.686,75	11,56%
Florestal	82.530,83	57,17%	74.673,46	51,73%	78.114,76	54,12%
Área Descoberta	36.616,78	25,37%	19.552,72	13,55%	28.866,01	20,00%
Hidrografia	663,45	0,46%	667,55	0,46%	636,52	0,44%

Elencadas de modo decrescente, a classe dominante da UG2 é a florestal (54,12%), cuja contempla fragmentos nativos, seguida pelas áreas descobertas, às quais apesar da diminuição expressiva de quase 8 mil hectares, ainda representam 20,00% da área da UG, a agricultura (12,61%), a silvicultura (11,56%), a área urbana (1,28%) e a hidrografia (0,44%).

4.2.1.3 Evolução do Uso da Terra na UG3

De acordo com a análise temporal da dinâmica de uso da terra da UG3 (Figura 16), observou-se que no intervalo dos últimos 18 anos, houve crescimento de áreas destinadas à agricultura, em 605,95 hectares, ao florestamento, em 351,93 hectares, e em valores mais discretos, da área urbanizada, em um total de 73,16 hectares, já que a UG3 contempla apenas uma porção menor do que a metade do Município de Três Barras.

Em contraponto, nota-se a ocorrência de conversão de áreas antes descobertas, em áreas agrícolas, o que resultou em diminuição da categoria em 572,00 hectares, principalmente no eixo sudeste-noroeste. A mesma tendência de queda deu-se para a área destinada a silvicultura (-423,22 ha), e em menor proporção para a hidrografia (-35,82 ha).



A Tabela 5 estabelece os percentuais dos temas mapeados dentro da UG ao longo dos anos em análise.

Tabela 5 - quantificação das classes de Uso da Terra para UG3.

UNIDADE DE GESTÃO 3	USO DA TERRA 2000		USO DA TERRA 2007		USO DA TERRA 2018	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Área Urbana	292,50	1,81%	344,05	2,13%	365,67	2,26%
Agricultura	554,79	3,43%	4.156,31	25,73%	1.160,74	7,19%
Silvicultura	4.444,57	27,52%	3.795,29	23,50%	4.021,35	24,90%
Florestal	5.701,24	35,30%	5.522,12	34,19%	6.053,17	37,48%
Área Descoberta	5.078,45	31,44%	2.250,53	13,93%	4.506,45	27,90%
Hidrografia	80,31	0,50%	83,57	0,52%	44,50	0,28%

Representando a UG mais equilibrada quanto à distribuição da área às classes de uso da terra, a UG3 tem maior proporção usufruída por fragmentos florestais nativos (37,48%), por áreas descobertas (27,90%), e pela silvicultura (24,90%). Ao passo que a agricultura detém 7,19% da área da UG, a área urbana 2,26%, e a hidrografia 0,28%.

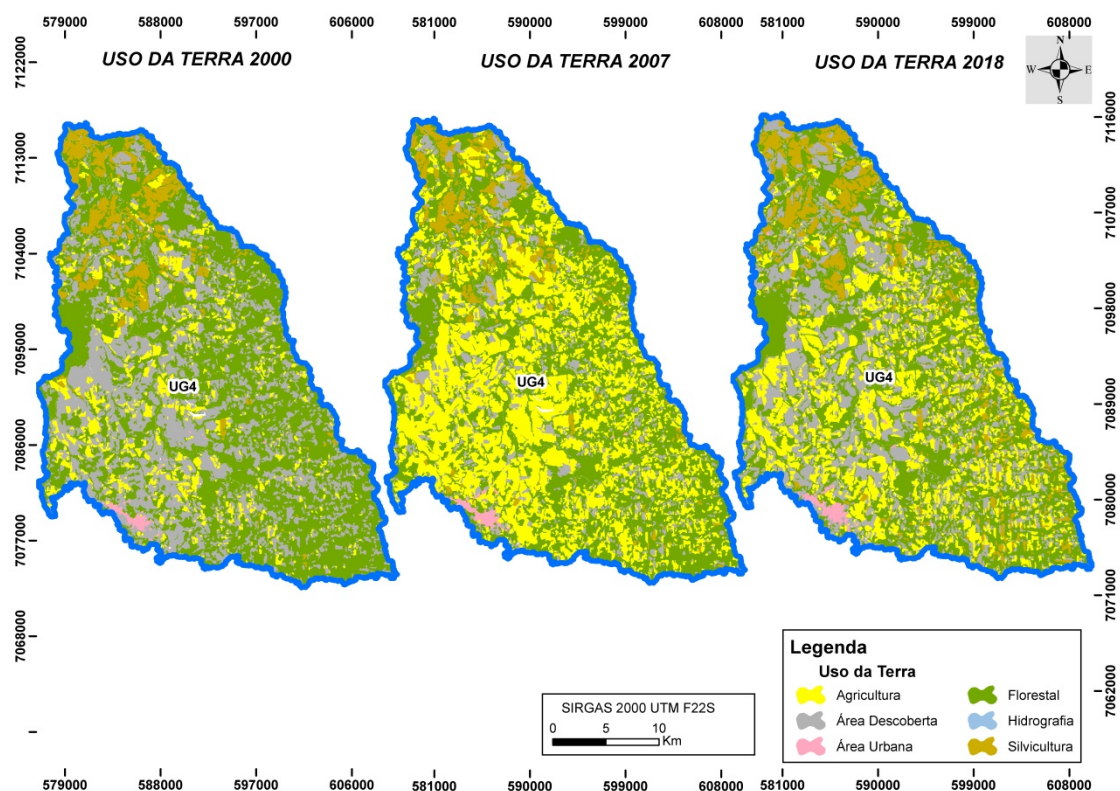
4.2.1.4 Evolução do Uso da Terra na UG4

A evolução do uso da terra na UG4 (Figura 17) indicou forte crescimento de áreas destinadas à agricultura, tendo somado 11.880,61 hectares entre os anos de 2000 e 2018. Atualmente, ainda não é a classe com maior território na unidade, permanecendo atrás da classe de áreas descobertas, contudo, no indicativo de tendência, observa-se que enquanto à agricultura tem tido altas taxas de crescimento, as áreas descobertas sofreram redução de 5.905,11 hectares nos últimos anos, o que implica prever que, seguindo o ritmo atual, a UG4 deve ser dominada pela agricultura ao longo da próxima década. As características observadas se relacionam com aquelas disponibilizadas pelo IBGE, quanto às zonas rurais e urbanas, uma vez ser a UG com menor área urbana, e apresentar dominância de atividades tipicamente rurais.

Também apresentaram crescimento a silvicultura, com expansão de 2.096,59 hectares, e de forma mais branda a área urbanizada, adicionando 190,12 hectares.

Ao contrário, diminuiu consideravelmente a área florestada, com perda de 8.219,25 hectares, difundidos por toda a bacia hidrográfica, e com destaque para a porção leste, no Município de Itaiópolis. Na mesma tendência, observou-se diminuição das áreas descobertas em 5.905,11 hectares, e da hidrografia (-42,97 ha).

Figura 17 - mapa de Cobertura e Uso da Terra para Unidade de Gestão 4.



A Tabela 6 estabelece os percentuais dos temas mapeados dentro da UG ao longo dos anos em análise.

Tabela 6 - quantificação das classes de Uso da Terra para UG4.

UNIDADE DE GESTÃO 4	USO DA TERRA 2000		USO DA TERRA 2007		USO DA TERRA 2018	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Área Urbana	456,48	0,52%	560,84	0,64%	646,59	0,74%
Agricultura	7.693,92	8,76%	34.124,33	38,86%	19.574,53	22,29%
Silvicultura	5.916,60	6,74%	5.200,49	5,92%	8.013,19	9,13%
Florestal	44.559,01	50,75%	37.833,30	43,09%	36.339,77	41,39%
Área Descoberta	28.907,24	32,92%	9.813,46	11,18%	23.002,13	26,20%
Hidrografia	274,00	0,31%	274,83	0,31%	231,03	0,26%

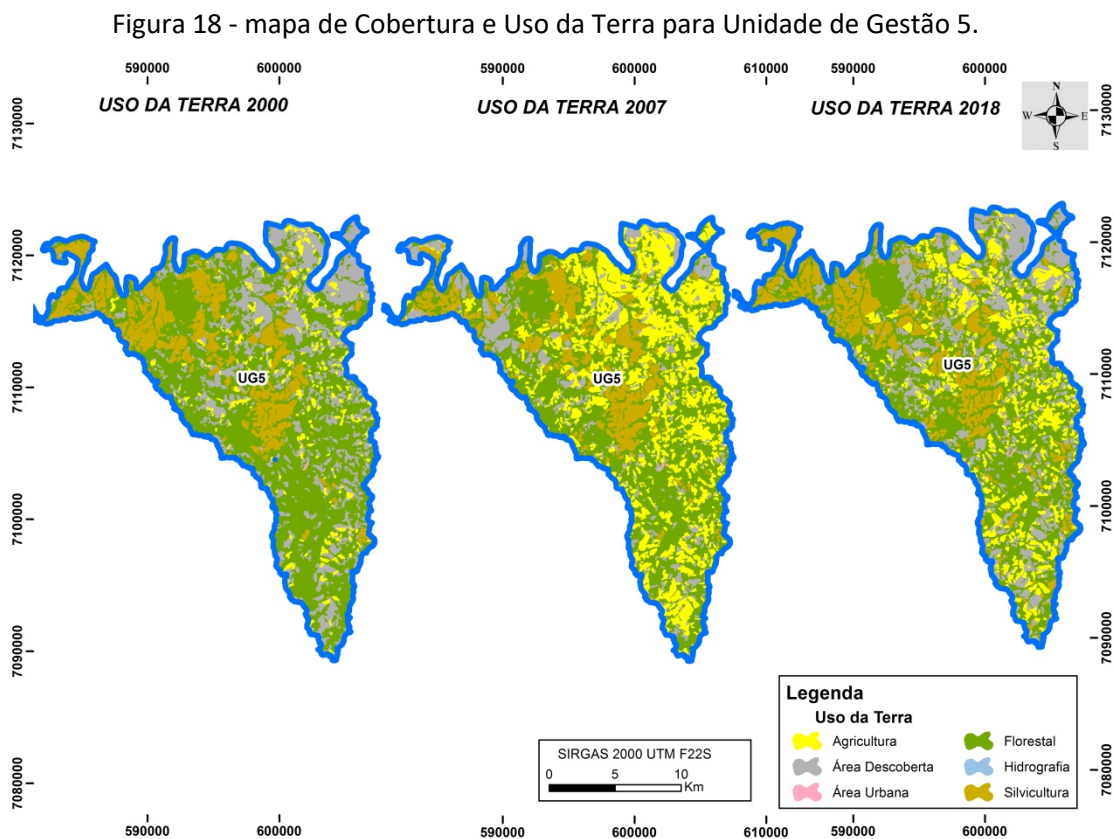
De acordo com o mapeamento realizado, quantificou-se que o uso florestal da terra é o mais numeroso da UG4 (41,39%), enquanto em segundo lugar tem-se áreas descobertas (26,20%), e em terceiro, aquelas utilizadas para agricultura (22,29%). Por outro lado, em menor quantidade, aparece a silvicultura (9,13%), as áreas urbanas (0,74%), e a hidrografia (0,26%).

4.2.1.5 Evolução do Uso da Terra na UG5

Sobre o uso da terra na UG5, após espacialização (Figura 18) identificou-se crescimento das áreas agrícolas, com destaque para as regiões leste e nordeste, no Município de Mafra, em um total de incremento de 3.788,20 hectares desde o ano 2000. A UG5 é essencialmente composta por áreas rurais, o que justifica os usos preponderantes serem aqueles relacionados a atividades do campo.

Em contraponto, no mesmo período, observou-se que a área urbana permaneceu quase que constante, com adição de apenas 10,98 hectares. O mesmo observou-se para a silvicultura (29,74) e para a hidrografia (-3,54 ha). É importante ressaltar que, o uso da terra foi limitado pela escala de trabalho, o que significa dizer que os dados não dispõem de alta precisão, podendo as alterações serem consideradas insignificantes para esses três usos.

Na contracorrente à preservação ambiental, identificou-se que a área florestal retrocedeu cerca de 3.139,66 ha, antes difusos na região oeste e sul. Da mesma maneira, as áreas descobertas reduziram em 685,73 hectares.



A Tabela 7 estabelece os percentuais dos temas mapeados dentro da UG5 ao longo dos anos em análise.

Tabela 7 - quantificação das classes de Uso da Terra para UG5.

UNIDADE DE GESTÃO 5	USO DA TERRA 2000		USO DA TERRA 2007		USO DA TERRA 2018	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Área Urbana	11,07	0,03%	14,94	0,04%	22,05	0,06%
Agricultura	2.046,54	5,60%	11.003,90	30,10%	5.834,74	15,96%
Silvicultura	5.772,15	15,79%	4.681,27	12,81%	5.801,89	15,87%
Florestal	20.030,33	54,79%	16.971,26	46,42%	16.890,67	46,20%
Área Descoberta	8.649,62	23,66%	3.840,72	10,51%	7.963,89	21,79%
Hidrografia	46,81	0,13%	44,43	0,12%	43,28	0,12%

Conforme a ordem decrescente das áreas das classes, têm-se que desde o ano 2000, até atualmente, a maior fatia do território da bacia hidrográfica é composta por fragmentos florestais nativos (46,20%), seguida de áreas descobertas (21,79%), agrícolas (15,96%) e silvícolas (15,87%). Posteriormente aparecem a hidrografia (0,12%) e área urbana (0,06%).

4.2.1.6 Evolução do Uso da Terra na UG6

Conforme o mapeamento da dinâmica de uso da terra ao longo das últimas duas décadas na UG6 (

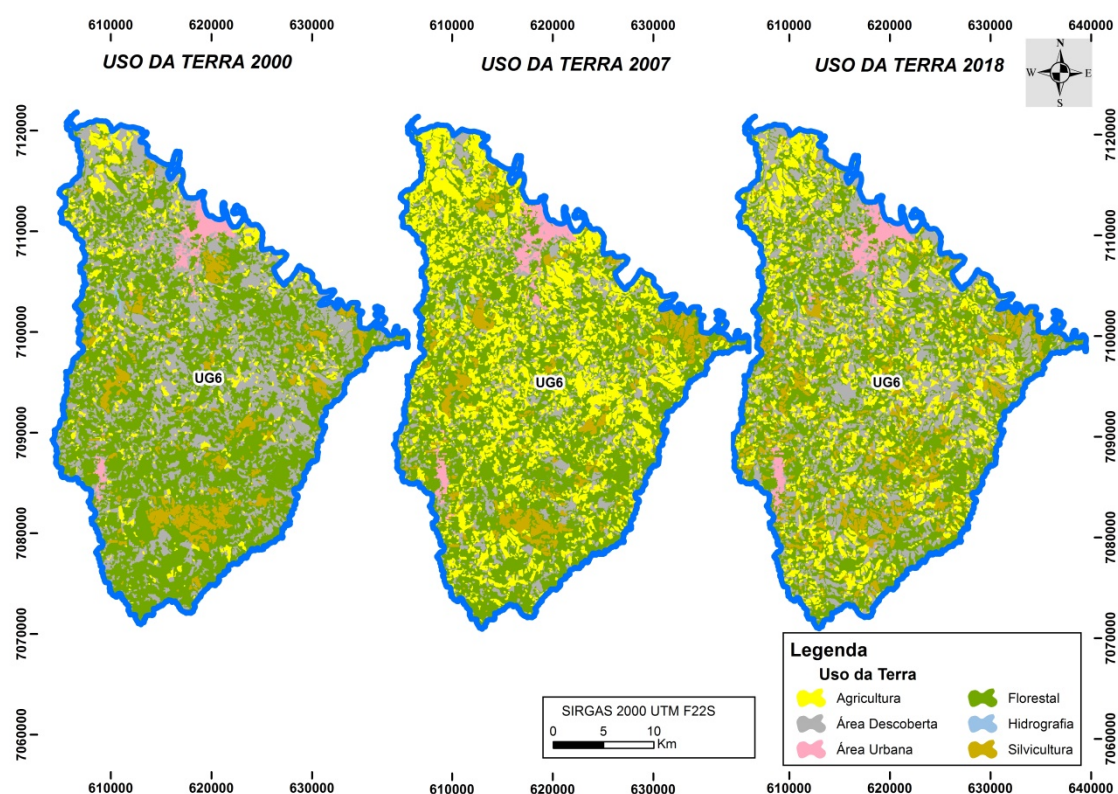
Figura 19), houve crescimento expressivo das áreas agrícolas, totalizando 11.697,65 hectares, e em menor proporção, das silvícolas, em 2.967,11 hectares, bem como, aumento de 640,26 hectares de áreas urbanas, em Mafra e Itaiópolis. Com a espacialização, e em comparação à

Figura 19, nota-se que a área urbana mapeada, coincide com aquela apresentada pelo IBGE.

Por outro lado, os fragmentos florestais nativos, e as áreas descobertas sofreram grande redução territorial, da ordem de -9.807,97 hectares e -5.441,83 hectares, respectivamente.

A hidrografia pouco se alterou, apresentando redução de 55,22 hectares, contudo, o nível de detalhamento mapeado não contempla com precisão todos os recursos hídricos, por isso, a fotointerpretação pode sofrer variância conforme a qualidade da imagem, resultando em valores finais distintos, conforme a imagem de base utilizada.

Figura 19 - mapa de Cobertura e Uso da Terra para Unidade de Gestão 6.



A Tabela 8 estabelece os percentuais dos temas mapeados dentro da UG ao longo dos anos em análise.

Tabela 8 - quantificação das classes de Uso da Terra para UG6.

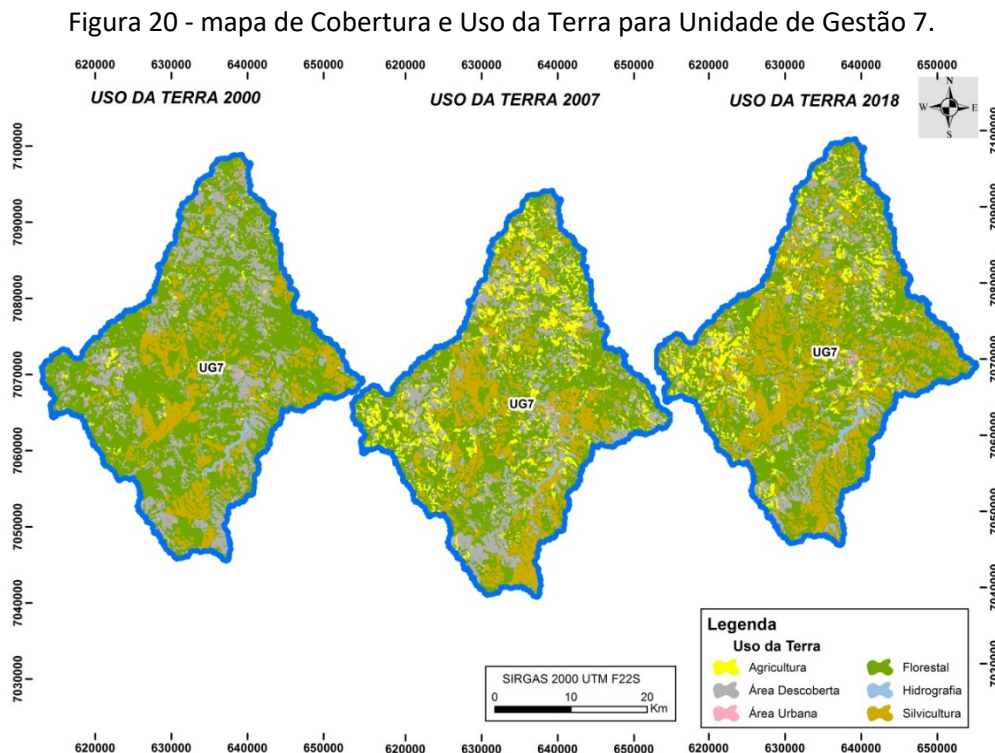
UNIDADE DE GESTÃO 6	USO DA TERRA 2000		USO DA TERRA 2007		USO DA TERRA 2018	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Área Urbana	1.804,86	1,90%	2.020,41	2,12%	2.445,12	2,57%
Agricultura	6.761,90	7,10%	28.834,96	30,29%	18.459,55	19,39%
Silvicultura	6.124,64	6,43%	6.225,63	6,54%	9.091,75	9,55%
Florestal	50.565,87	53,12%	46.572,67	48,92%	40.757,90	42,81%
Área Descoberta	29.585,09	31,08%	11.196,49	11,76%	24.143,25	25,36%
Hidrografia	356,00	0,37%	348,21	0,37%	300,78	0,32%

O mosaico da UG6 apresenta maior área destinada ao uso florestal (42,81%). Adicionalmente, as áreas descobertas representam a segunda maior área de uso da unidade (25,36%), seguidas pela agricultura (19,39%), a silvicultura (9,55%), a área urbanizada (2,57%) e a hidrografia (0,32%).

4.2.1.7 Evolução do Uso da Terra na UG7

Através do mapeamento, foi possível promover a análise temporal do uso da terra na UG7 (Figura 20), a qual permitiu concluir que ocorreu grande conversão de áreas antes destinadas a fragmentos florestais nativos (-10.556,15 ha), para áreas de silvicultura (10.300,81 ha), fato que compatibiliza com a economia da região, principalmente de Rio Negrinho, Município mais abrangido pela UG7, já que é liderada pela indústria moveleira e madeireira. O mesmo ocorreu com as áreas descobertas (-8.332,43 ha), as quais foram substituídas por áreas silvícolas e agrícolas (8.325,04 ha).

O crescimento territorial também foi observado, de forma menos expressiva, nas classes urbana, com aumento de 177,10 hectares, englobando a expansão da região central do Município de Rio Negrinho, e hidrográfica, em 85,62 hectares, decorrente do aumento do lago da Represa Volta Grande, localizado na porção sudeste da UG.



A Tabela 9 estabelece os percentuais dos temas mapeados dentro da UG ao longo dos anos em análise.

Tabela 9 - quantificação das classes de Uso da Terra para UG7.

UNIDADE DE GESTÃO 7	USO DA TERRA 2000		USO DA TERRA 2007		USO DA TERRA 2018	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Área Urbana	108,70	0,11%	133,43	0,13%	285,81	0,28%
Agricultura	1.285,54	1,25%	12.341,93	12,02%	9.610,58	9,36%
Silvicultura	15.893,52	15,49%	19.474,91	18,97%	26.194,33	25,52%
Florestal	60.395,71	58,84%	48.817,74	47,56%	49.839,56	48,56%
Área Descoberta	24.086,641	23,47%	21.008,13	20,47%	15.754,21	15,35%
Hidrografia	867,20	0,84%	861,17	0,84%	952,82	0,93%

Conforme a classificação de usos, identifica-se que atualmente a maior porção territorial da UG7 deriva de áreas florestais (48,56%), destinadas à silvicultura (25,52%), e áreas descobertas (15,35%). Em menor proporção, estão a agricultura (9,36%), a hidrografia (0,93%) e a área urbana (0,28%), bastante inexpressiva, por contemplar apenas o centro urbano de Rio Negrinho.

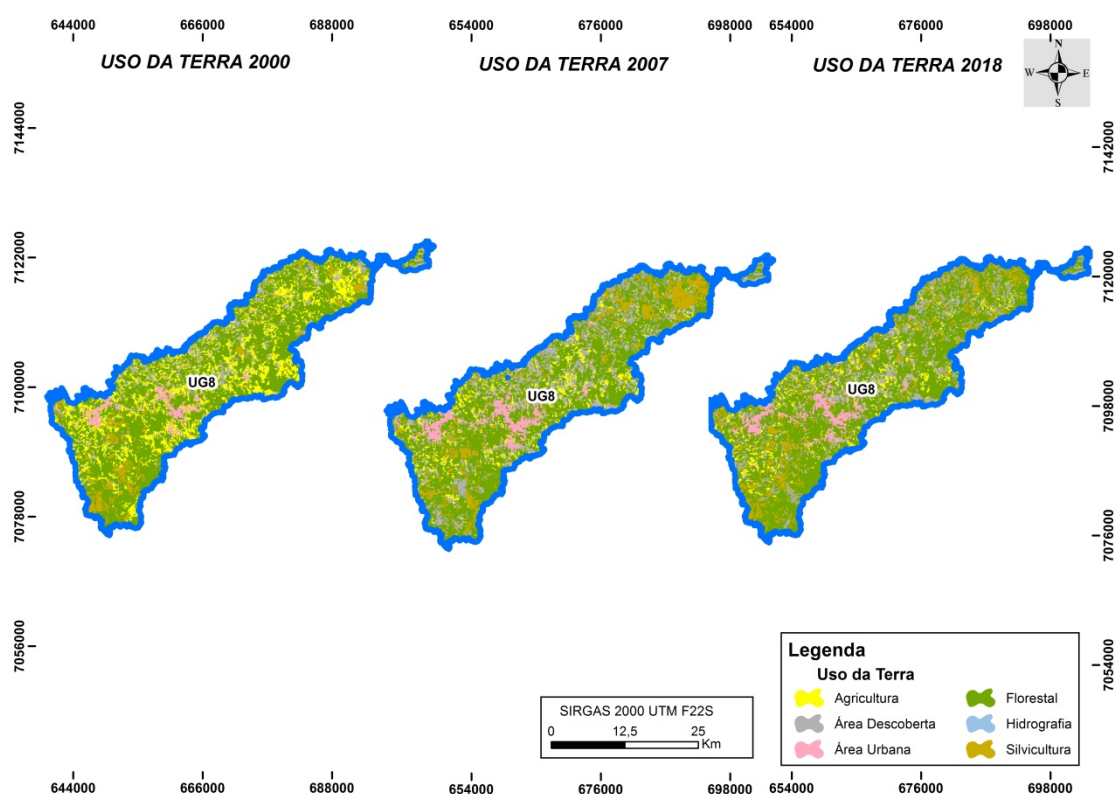
4.2.1.8 Evolução do Uso da Terra na UG8

Quanto ao uso da terra na UG8, por meio do mapeamento temporal (Figura 21), observou-se crescimento maior de áreas descobertas, com adicionais 7.480,43 hectares em 18 anos, e daquelas alocadas à silvicultura, em 3.904,19 hectares.

Também seguindo a tendência de crescimento, apresentaram-se as áreas florestais, com ocupação extra de 1.808,49 hectares, e as áreas urbanas, com incremento de 1.768,61 hectares, em igual período. A UG8 constitui a unidade com maior área e percentual de urbanização de toda a Bacia, contemplando os centros urbanos de três municípios: Rio Negrinho, São Bento do Sul e Campo Alegre.

Em contrariedade, com cenário bastante distinto das demais UGs do plano, a agricultura sofreu dura queda nos últimos anos, reduzindo em quase 15 mil hectares dentro da UG8 (-14.933,09), sendo os terrenos convertidos principalmente em áreas urbanas, silvícolas e florestais. A hidrografia também apresentou queda, contudo, pouco expressiva, de 28,63 hectares.

Figura 21 - mapa de Cobertura e Uso da Terra para Unidade de Gestão 8.



A Tabela 10 estabelece os percentuais dos temas mapeados dentro da UG ao longo dos anos em análise.

Tabela 10 - quantificação das classes de Uso da Terra para UG8.

UNIDADE DE GESTÃO 8	USO DA TERRA 2000		USO DA TERRA 2007		USO DA TERRA 2018	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Área Urbana	2.619,99	2,80%	4.261,80	4,56%	4.388,59	4,70%
Agricultura	21.077,00	22,56%	7.487,56	8,01%	6.143,91	6,58%
Silvicultura	5.923,06	6,34%	9.629,98	10,31%	9.827,25	10,52%
Florestal	55.031,93	58,90%	52.107,56	55,77%	56.840,42	60,83%
Área Descoberta	8.510,41	9,11%	19.661,78	21,04%	15.990,85	17,11%
Hidrografia	276,93	0,30%	290,63	0,31%	248,30	0,27%

Assim como constatado nas demais UGs, os fragmentos florestais nativos predominam na UG8 (60,83%), seguidos pelas áreas descobertas e a silvicultura (17,11% e 10,52%). Adiante, a agricultura (6,58%), a área urbana (4,70%) e, também repetidamente por último, a hidrografia (0,27%).

4.2.1.9 Evolução do Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do rio Negro

Diante dos mapas produzidos, e tendo os dados de uso da terra valorados, conclui-se que a bacia hidrográfica é essencialmente rural, e nos últimos 18 anos teve crescimento principalmente das áreas destinadas à agricultura, em cerca de 29.310,73 hectares, e à silvicultura, de 24.407,34 hectares (

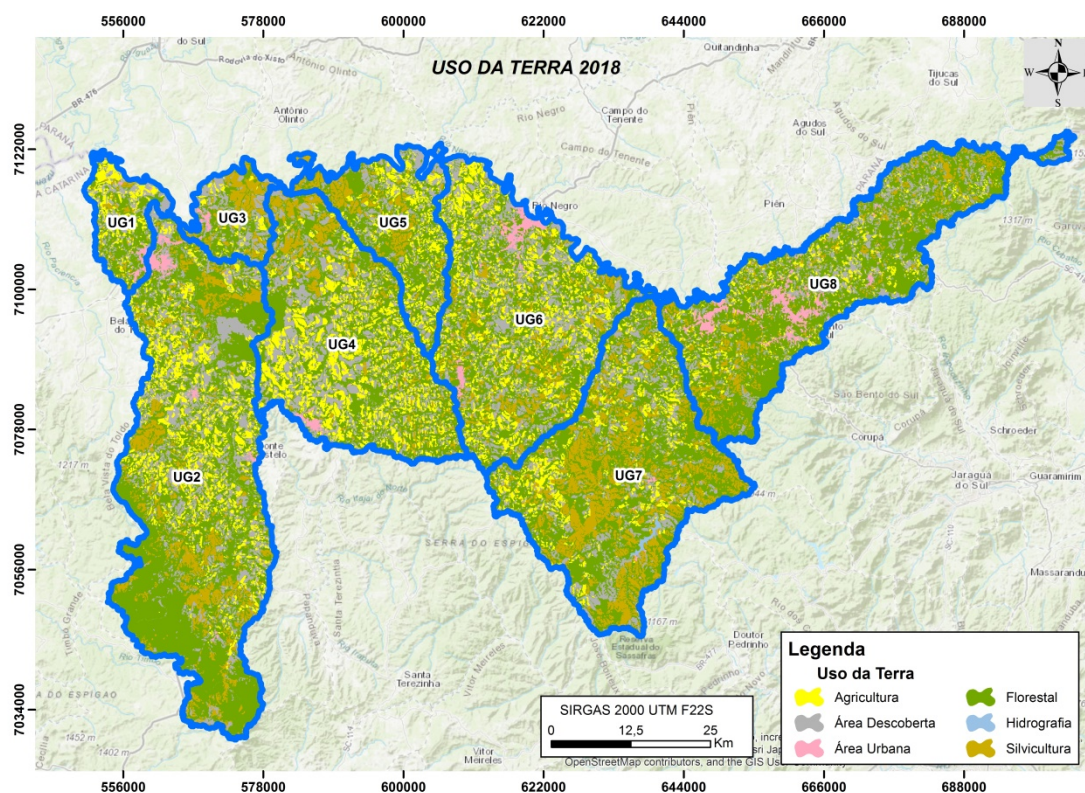
Figura 22). Tais usos da terra requerem maiores consumos de água para irrigação, uso consuntivo, que interfere diretamente na demanda hídrica local.

O crescimento da área urbana, em 3.363,80 hectares, resultou das expansões dos centros urbanos dos municípios da região, e implica uma tendência crescente de consumo de água para o abastecimento humano, já que acompanhado da urbanização, vem o aumento do número de habitantes.

Em oposição, os fragmentos florestais foram os mais afetados pelo crescimento dos outros usos, tendo sido reduzidos 33.802,30 hectares em 18 anos. O fato se dá principalmente pela conversão de áreas anteriormente florestadas, em áreas agrícolas, silvícolas e urbanas, conforme o desenvolvimento industrial e civil das cidades, com destaque para as indústrias moveleiras e madeireiras, que impulsionam a economia regional.

As áreas descobertas também reduziram bastante ao longo dos últimos anos, atingindo 23.160,44 hectares a menos, quando em relação ao ano 2000, e a hidrografia reduziu 119,14 hectares, no mesmo período.

Figura 22 - Mapa de Cobertura e Uso da Terra para a Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro.



A Tabela 11 estabelece os percentuais dos temas mapeados dentro da área de abrangência do plano, ao longo dos anos em análise.

Tabela 11 - quantificação das classes de Uso da Terra para a Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro.

GERAL	USO DA TERRA 2000		USO DA TERRA 2007		USO DA TERRA 2018	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Área Urbana	7.251,85	1,22%	9.639,88	1,63%	10.615,65	1,79%
Agricultura	53.298,14	8,99%	140.516,15	23,71%	82.608,87	13,94%
Silvicultura	56.325,93	9,50%	61.006,31	10,29%	80.733,28	13,62%
Florestal	325.358,88	54,89%	288.136,42	48,61%	291.556,58	49,19%
Área Descoberta	147.853,46	24,94%	90.778,26	15,32%	124.693,02	21,04%
Hidrografia	2.648,42	0,45%	2.659,67	0,45%	2.529,28	0,43%

No cenário geral da bacia hidrográfica, observou-se predomínio dos fragmentos florestais nativos, em um total de 49,19%. O uso teve redução em 2007, porém a porcentagem retornou a subir em 2018. Em sequência decrescente aparecem as áreas descobertas, ocupando 21,04% do território

objeto do plano, frequentemente oscilantes, por ocuparem espaços de temporalidade sazonal para as culturas agrícolas, ou comporem pastagens utilizadas para a criação animal.

As áreas destinadas à agricultura e a silvicultura ocupam percentual bastante semelhante, de 13,94% e 13,62%, respectivamente, que quando somados superam o de áreas descobertas. Tais valores reforçam a característica rural da região, onde a maior quantidade de demandas hídricas se relaciona com usos agrossilvipastoris.

Na mesma vertente, o estudo de uso da terra demonstrou que as áreas urbanas respondem por apenas 1,79% do território, e a hidrografia, por 0,43%.

4.2.2 Caracterização da Cobertura Vegetal

Segundo Roberto M. Klein (1978), a vegetação original de Santa Catarina pode ser dividida nas seguintes formações vegetais: I) Vegetação Litorânea, composta por diversas associações vegetais, sendo as restingas e os manguezais as mais características; II) Floresta Ombrófila Densa, também conhecida como Floresta Pluvial da encosta atlântica por correr quase paralelamente ao Oceano Atlântico, ocupando cerca de 1/3 da área do estado; III) Floresta Nebular, composta por matinha baixa e densa, com árvores medianas e tortuosas, nos aparados da Serra Geral e da Serra do Mar; IV) Floresta Ombrófila Mista, ou Floresta de Araucária, ocorrendo em grande parte do planalto; V) Campos, composto por uma variedade de espécies herbáceas e subarborescentes; VI) Floresta Subtropical, ao longo do Rio Uruguai, formada em grande parte por árvores decíduas, que perdem suas folhas no inverno.

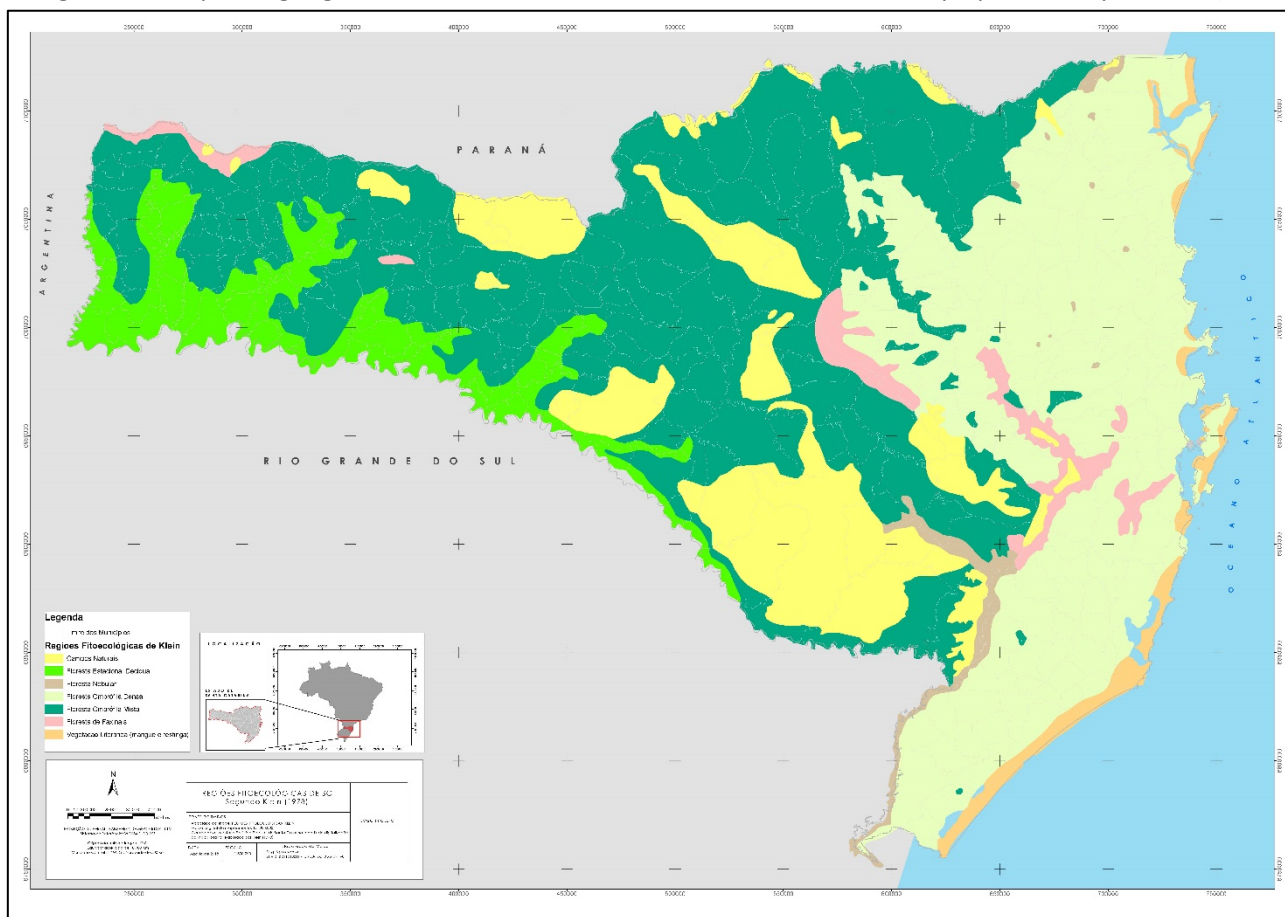
O Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (IFFSC) – o mais completo estudo de vegetação realizado no estado – apresenta uma estimativa da porcentagem de cobertura original de cada uma dessas formações florestais, baseado no mapa fitogeográfico de Klein (1978) (VIBRANS et al., 2012). As porcentagens, com a respectiva área (m²), encontram-se compiladas na Tabela 12, também ilustradas no Mapa Fitogeográfico de Santa Catarina, baseado no mapa publicado por Klein (1978), ilustrado na Figura 23 e em anexo (**Anexo 1**).

Tabela 12: Extensão original das regiões fitoecológicas em Santa Catarina, de acordo com Klein (1978).

Região Fitoecológica	Superfície original por km ²	Percentual da superfície do Estado
Floresta Ombrófila Densa	29.282,00	30,71
Floresta Ombrófila Mista	42.851,56	44,94
Campos Naturais	13.543,00	14,20
Floresta Estacional Decidual	7.670,57	8,04
Outras (Restingas, Manguezais)	1.999,05	2,10
Total	95.346,18	100

Fonte: Vibrans et al. (2012) – Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina
Vibrans et al. (2012)

Figura 23: Mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina, baseado no mapa publicado por Klein (1978).



Fonte: Silvia Bortoluzzi, baseado em Klein (1978).

Na área objeto do Plano de Recursos Hídricos do Rio Canoinhas e afluentes catarinenses do Rio Negro ocorrem 4 (quatro) dessas 6 (seis) formações vegetais descritas por Klein (1978): Floresta Ombrófila Mista, Campos; Floresta Ombrófila Densa e uma pequena parte formada pela Floresta Nebular. As áreas e porcentagens relativas a cada uma dessas formações vegetais na área de estudo estão resumidas na

Tabela 13, enquanto que o Mapa Fitogeográfico, na área de estudo, está representado na Figura 24 e disponível no **Anexo 02**.

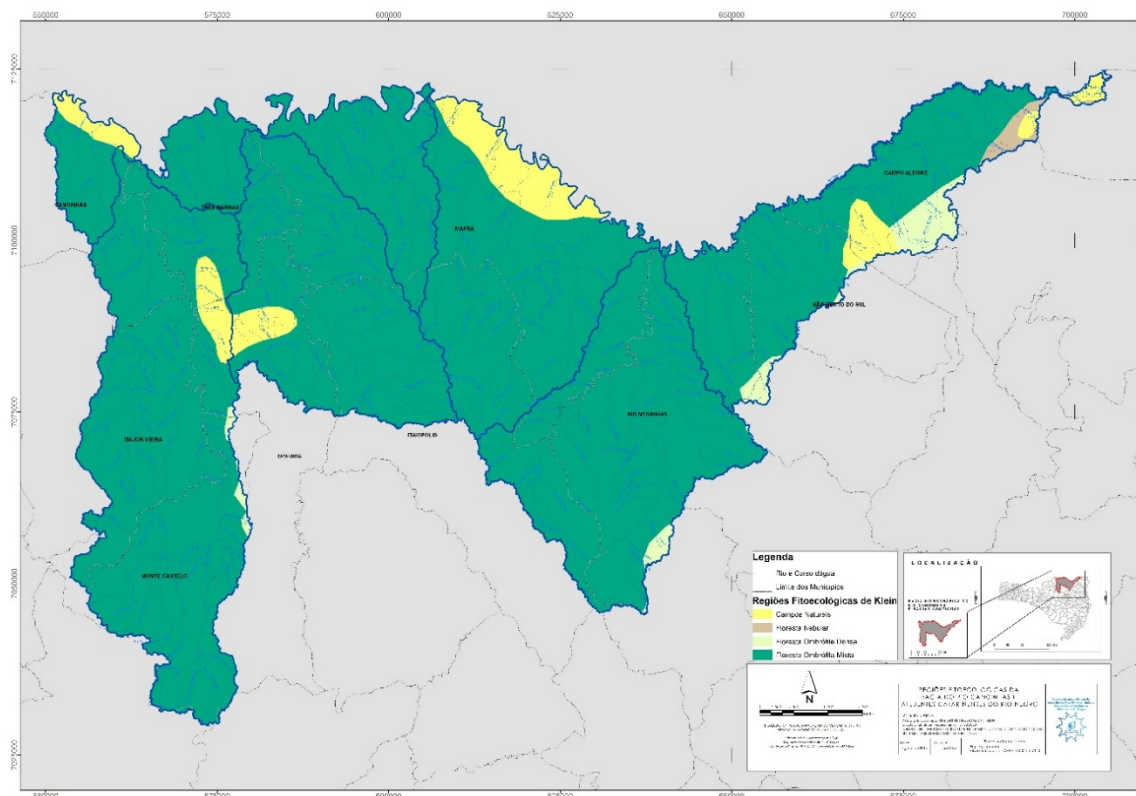
Tabela 13: Extensão original das regiões fitoecológicas na área de estudo, de acordo com Klein (1978)

Região Fitoecológica	Superfície original por km ²	Percentual da superfície da região em estudo
Floresta Ombrófila Mista	5438	92
Campos Naturais	350	6
Floresta Ombrófila Densa	110	2
Floresta Nebular	28	1
Total	5927	100

Fonte: Elaboração própria.

Figura 24: Mapa fitogeográfico da área de estudo, baseado no mapa publicado por Klein (1978).

Fonte: Elaboração própria.



A seguir, serão apresentadas as 4 (quatro) fitofisionomias originais presentes na área de estudo, baseado no mapa de Klein (1978).

4.2.2.1 Fitofisionomias Originais da Área de Estudo

4.2.2.1.1 Floresta Ombrófila Mista

Segundo a

, aproximadamente 92% da área em estudo está sob domínio de Floresta Ombrófila Mista, também conhecida como Mata de Araucária, pela presença marcante de *Araucaria angustifolia* (KLEIN, 1978; IBGE, 2012), é resultado do encontro da flora tropical (afro-brasileira) e da flora temperada (austral-antártica-andina), com destaque para as espécies das ordens Coniferales e Laurales (LEITE, 2002).

Klein (1978) descreve, especificamente, a Floresta de Araucária na bacia Iguaçu-Negro onde, nessas áreas ocorria de forma uniforme e bastante desenvolvida *Araucaria angustifolia* (pinheiro), com a submata formada por espécies características, como *Ocotea porosa* (imbuia), *Sloanea lasiocoma* (sapopema) e *Ilex paraguariensis* (erva-mate).

Ocorrem diversas espécies de valor econômico devido à qualidade da madeira, tais como as comumente conhecidas como pinheiro, imbuia, canela-lanjeana, canela-fogo, canela-amarela, canela-sassafrás, cedro, pessegueiro-do-mato, guaraperê, canela-pururuca (Klein, 1978).

Atualmente, os remanescentes de Floresta Ombrófila Mista encontram-se bastante fragmentados, devido ao histórico de exploração madeireira de valor econômico, ao uso alternativo do solo, roçadas e queimadas periódicas, pastoreio e silvicultura de espécies exóticas (VIBRANS et al., 2011).

Importante destacar que, nos estudos realizados pelo IFFSC (MEYER et al., 2013), constatou-se um baixo número de indivíduos por espécie, baixo número de espécies por fragmento florestal amostrado e pequena regeneração natural, acendendo um sinal vermelho no tocante à manutenção da biodiversidade dos fragmentos remanescentes. Isso reforça a necessidade de conservação dos remanescentes florestais de Floresta Ombrófila Mista por meio da criação de políticas de apoio e

incentivo aos proprietários, para que, de alguma forma, sejam estimulados a proteger a regeneração dessas florestas (SEVEGNANI et al., 2013).

4.2.2.1.2 Campos

O IBGE (2012), no Manual Técnico da Vegetação Brasileira, denomina os campos do sul do Brasil, distribuídos desde as imediações de Ponta Grossa (PR) até o extremo sul do País, de Estepe. Esse domínio, geralmente formado por vegetação herbáceo-arbustiva, estende-se por dois distintos ambientes: a) Planalto das Araucárias e b) Superfícies meridionais gaúchas do Planalto rio-grandense-do-sul, do Planalto da Campanha e da Depressão Central.

Klein (1978) descreve os Campos de inundação dos rios Negros e Iguaçu, que se estendem pelas várzeas ribeirinhas, campos edáficos ou de inundação. São caracterizados por terrenos baixos e planos, com predominância de Gramíneas e Ciperáceas, Compostas e Verbenáceas de um ou mais metros de altura. Entre as Gramíneas se destacam: *Andropogon virgatus* (capim-caninha), *Andropogon lateralis* (capim), *Andropogon leucostachyus* (capim-colchão), *Chascolytrum calotheca* (treme-treme), *Paspalum erianthoides*, *Canastra aristella*, *Panicum glabripes*, *Axonopus suffultus*, *Eriochrysis holcoides*, *Paspalum flaccidum*. Nos campos úmidos se destacam: *Rhynchospora emaciata*, *Fimbristylis autumnalis*, *Rhynchospora tenuis*. Nos campos edáficos destacam-se: *Eryngium* spp., *Eriocaulon* spp., *Paepalanthus* spp., *Baccharis* spp.

Os Campos de Altitude estão submetidas a intenso processo de antropização, principalmente pela criação extensiva de gado aliada ao uso do fogo, fatores que condicionam sua estrutura e composição florística atuais. Em décadas mais recentes, intensificou-se a pressão antrópica sobre os Campos em consequência da ampliação da área produtora de grãos, especialmente de soja, que contribuiu para dizimar também a grande maioria das formações florestais da região sul do país.

No caso da Bacia de Canoinhas e afluentes catarinenses do Rio Negro, segundo a **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, a região possuía 6% da sua área com esta fitofisionomia, que segundo o Mapa de Uso atual do solo, foi reduzida para 0,4%.

4.2.2.1.3 Floresta Ombrófila Densa

A Floresta Ombrófila Densa, termo criado por Ellenberg e Mueller-Dombois (1967), também é conhecida como “Floresta Tropical Pluvial”, por estar intimamente relacionada a fatores climáticos

tropicais de elevadas temperaturas (médias de 25° C) e de alta precipitação, bem-distribuída durante o ano (IBGE, 2012).

Essa vegetação é característica da encosta atlântica, bem como das planícies quaternárias, sendo bastante exuberante e complexa, com presença marcante de fanerófitos, de lianas lenhosas e de epífitas (KLEIN, 1978). Sua ocorrência percorria do Rio Grande do Sul ao Rio Grande do Norte (LEITE & KLEIN, 1990, VELOSO et al., 1991).

Diversas atividades contribuíram para a alteração da Floresta Ombrófila Densa no estado, como a agricultura (QUEIROZ, 1994), a exploração da madeira de valor econômico (QUINET & ANDREATA, 2002), a comercialização do palmito *Euterpe edulis* (REIS et al., 1996) e a mineração no sul do estado (MARTINS, 2005; COLONETTI, 2008). Assim, com a fragmentação da floresta, há urgente necessidade de adoção de ações de conservação e recuperação ambiental.

Esta fitofisionomia está presente em apenas 2% da região da Bacia de Canoinhas e afluentes catarinenses do Rio Negro, na área de transição entre as Florestas Ombrófila Mista e Densa, a Leste da área de estudo, mais precisamente na Unidade de Gestão 8, nos municípios de Campo Alegre e São Bento do Sul.

4.2.2.1.4 Floresta Nebular

Embora menos expressivas em se tratando de área ocupada no estado, as florestas altomontanas, ou “matinhas nebulares” (VELOSO et al. 1991; KLEIN, 1978; FALKENBERG, 2003; SCHEER et al., 2011) ocupam tipicamente espaço nas cumeeiras de serras e nas zonas de costas associadas a grandes altitudes (UHLMANN, et al., 2012). Nestas regiões, as áreas de formações campestres têm destaque, quase sempre associadas aos remanescentes da Floresta Ombrófila Mista (KLEIN, 1978).

Klein (1978) descreve a Floresta Nebular como de ocorrência ao longo dos “aparados” da Serra Geral e nas cristas da Serra do Mar, em altitudes acima de 1.200 metros, e justifica esse nome pela mata estar frequentemente coberta por neblina. A vegetação, entremeada por campos de altitude, é formada por uma mata baixa e densa, com árvores medianas e tortuosas, com musgos e hepáticas nos troncos. As ervas pertencem à família das Gramíneas, Ciperáceas, Xiridáceas, Compostas e Verbenáceas, surgindo também turfeiras, formadas por musgos, em especial do gênero *Sphagnum*.

Esta fitofisiomia está presente em apenas 1% da região da Bacia de Canoinhas e afluentes catarinenses do Rio Negro, na Unidade de Gestão 8, na divisa do município de Campo Alegre com Garuva e Joinville.

4.2.2.2 Cobertura vegetal nativa atual nas Unidades de Gestão

Neste item será analisada a ocorrência dos remanescentes florestais nas Unidades de Gestão (UGs). Para isso, foram utilizados os dados quantitativos de uso e ocupação do solo e partir da quantificação da ocorrência dos remanescentes nas UGs, tabelas e mapas foram elaborados para melhor interpretação dos dados, os mapas estão apresentados em seu tamanho original no Anexo xx.

4.2.2.2.1 Cobertura vegetal na UG1

Segundo a

Tabela 14, a UG1 apresenta aproximadamente 34% de área com Remanescentes Florestais e quase 5% com Campos naturais, somando 39% de área com cobertura vegetal nativa, sendo que a Área antropizada ocupa a maior parte da unidade, com 101,29 km² (61%).

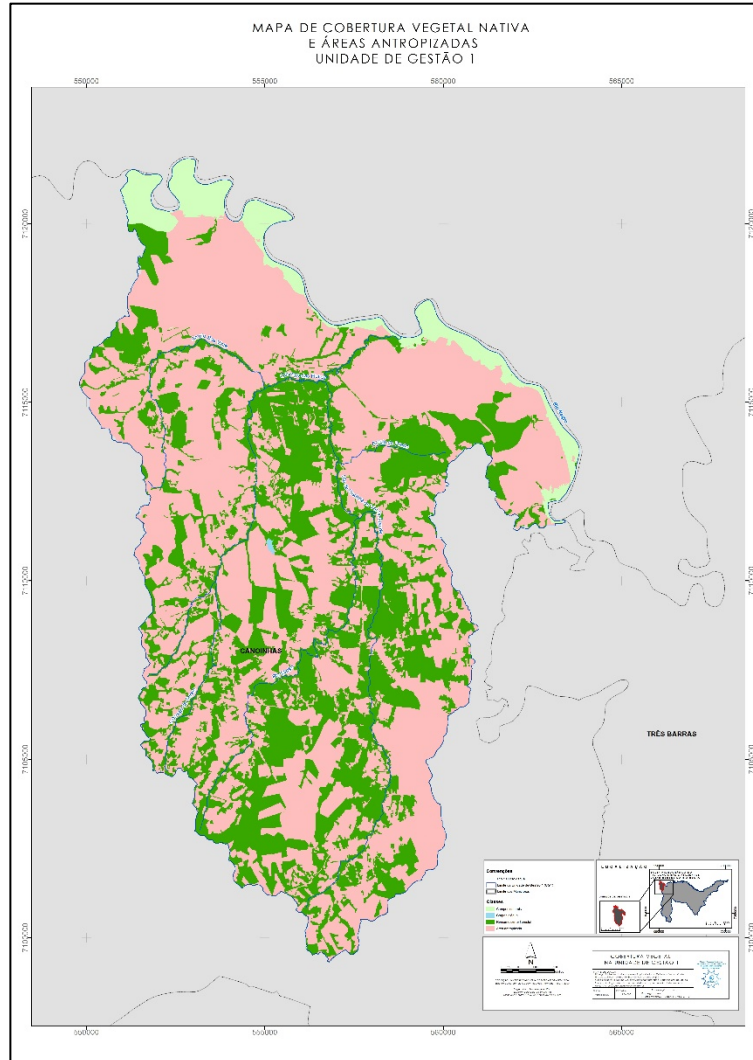
A

Figura 25 e o Anexo xx, apresentam o Mapa de Cobertura vegetal nativa da UG1.

Tabela 14: Cobertura vegetal na UG1

Unidade de Gestão 01	Área (km ²)	% da área
Área antropizada	101,29	61,0
Remanescentes florestais	56,67	34,1
Campos naturais	7,96	4,8
Corpos d'água	0,06	0,0
TOTAL	166,67	100,00

Figura 25 - Mapa de Cobertura vegetal da UG1



4.2.2.2 Cobertura vegetal na UG2

Segundo a

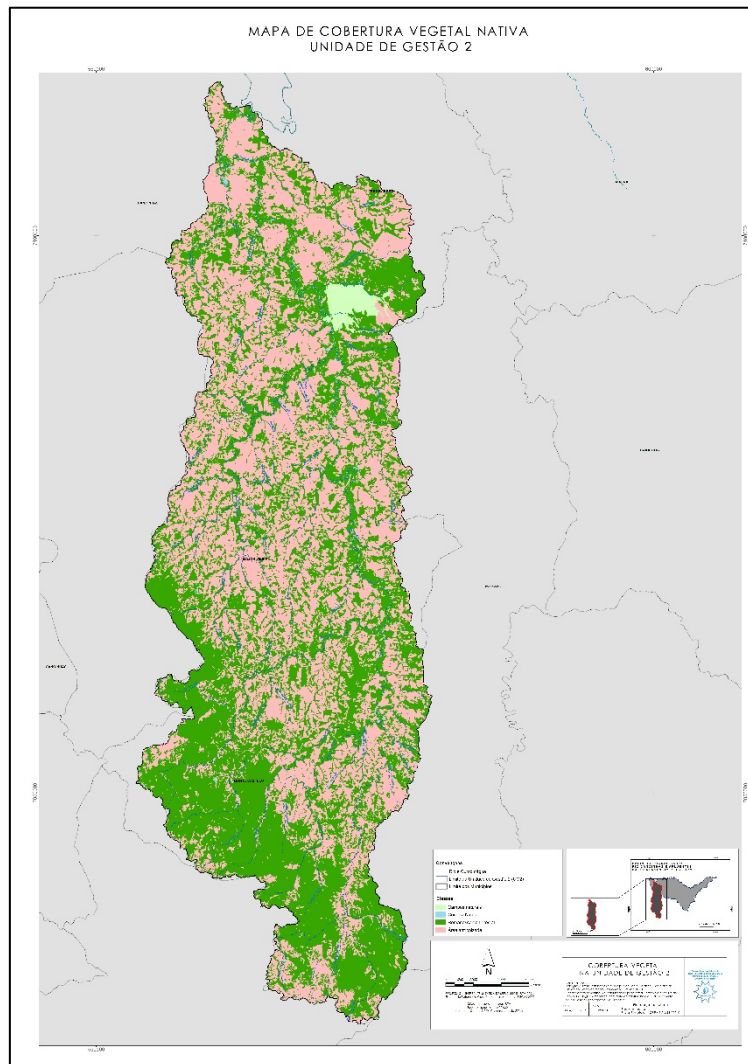
Tabela 15, a Unidade de Gestão 2 apresenta 48,8% de área com Remanescentes Florestais e 1% com Campos naturais, somando 49,8% de área com vegetação nativa, sendo que a Área antropizada ocupa 49,8% da Unidade, portanto a UG2 apresenta a maior área com fragmentos florestais, se comparado as outras Unidades da bacia.

A Figura 26 e o Anexo xx, apresentam o Mapa de Cobertura vegetal nativa da UG2.

Tabela 15: Cobertura vegetal na UG2

Unidade de Gestão 02	Área (km²)	% da área
Área antropizada	719,05	49,8
Remanescentes florestais	704,34	48,8
Campos naturais	14,16	1,0
Corpos d'água	6,19	0,4
TOTAL	1443,73	100,00

Figura 26 - Mapa de Cobertura vegetal da UG2



4.2.2.2.3 Cobertura vegetal na UG3

Segundo a

Tabela 16, a Unidade de Gestão 3 apresenta quase 34% de área com Remanescentes Florestais, sendo que a Área antropizada ocupa 65% da Unidade, portanto a UG3 apresenta a menor área de ocorrência de cobertura vegetal nativa da Bacia do Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, com predomínio da área antropizada.

A

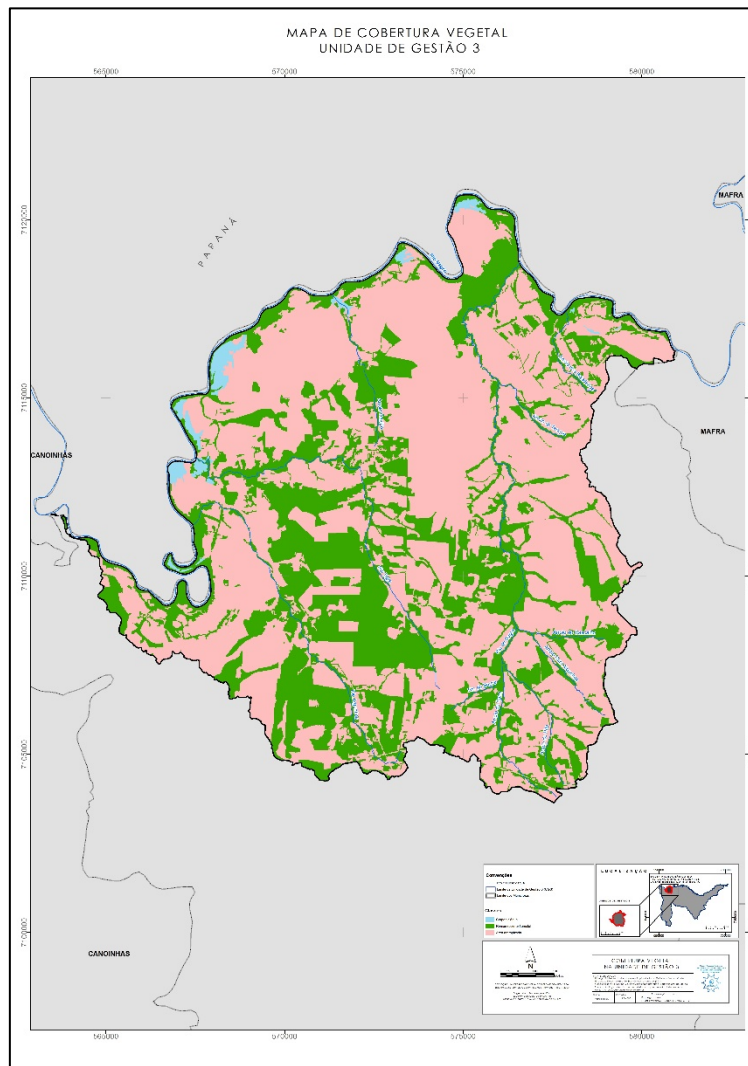
Unidade de Gestão 03	Área (km ²)	% da área
Área antropizada	105,05	65,0
Remanescentes florestais	54,56	33,8
Corpos d'água	1,91	1,2
TOTAL	161,52	100,0

Figura 27 e o Anexo xx, apresentam o Mapa de Cobertura vegetal nativa da UG3.

Tabela 16: Cobertura vegetal na UG3

Unidade de Gestão 03	Área (km ²)	% da área
Área antropizada	105,05	65,0
Remanescentes florestais	54,56	33,8
Corpos d'água	1,91	1,2
TOTAL	161,52	100,0

Figura 27 - Mapa de Cobertura vegetal da UG3



4.2.2.2.4 Cobertura vegetal na UG4

Segundo a Tabela 17, a Unidade de Gestão 4 apresenta perto de 35% de área com Remanescentes Florestais, sendo que a Área antropizada ocupa quase 65% da Unidade, portanto a UG4 apresenta baixa cobertura vegetal nativa, com predomínio da área antropizada.

A

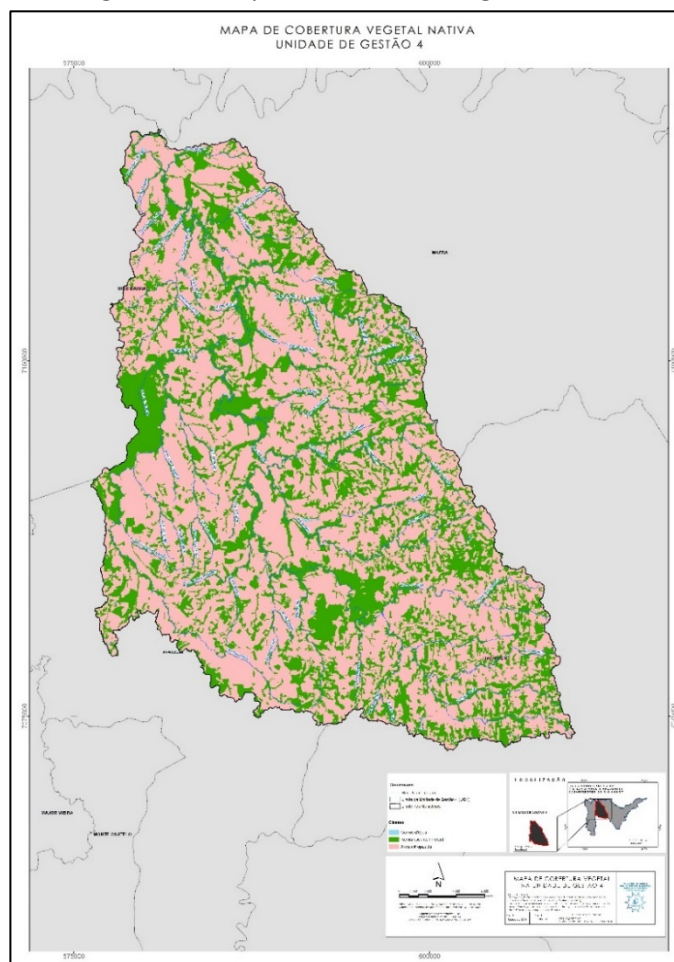
Figura 28 - Mapa de Cobertura vegetal da UG4 e o Anexo xx, apresentam o Mapa de Cobertura vegetal nativa da UG4.

Tabela 17: Cobertura vegetal na UG4

Unidade de Gestão 04	Área (km ²)	% da área
----------------------	-------------------------	-----------

Área antropizada	570,11	64,93
Remanescentes florestais	305,34	34,77
Corpos d'água	2,63	0,30
TOTAL	878,07	100,00

Figura 28 - Mapa de Cobertura vegetal da UG4



4.2.2.2.5 Cobertura vegetal na UG5

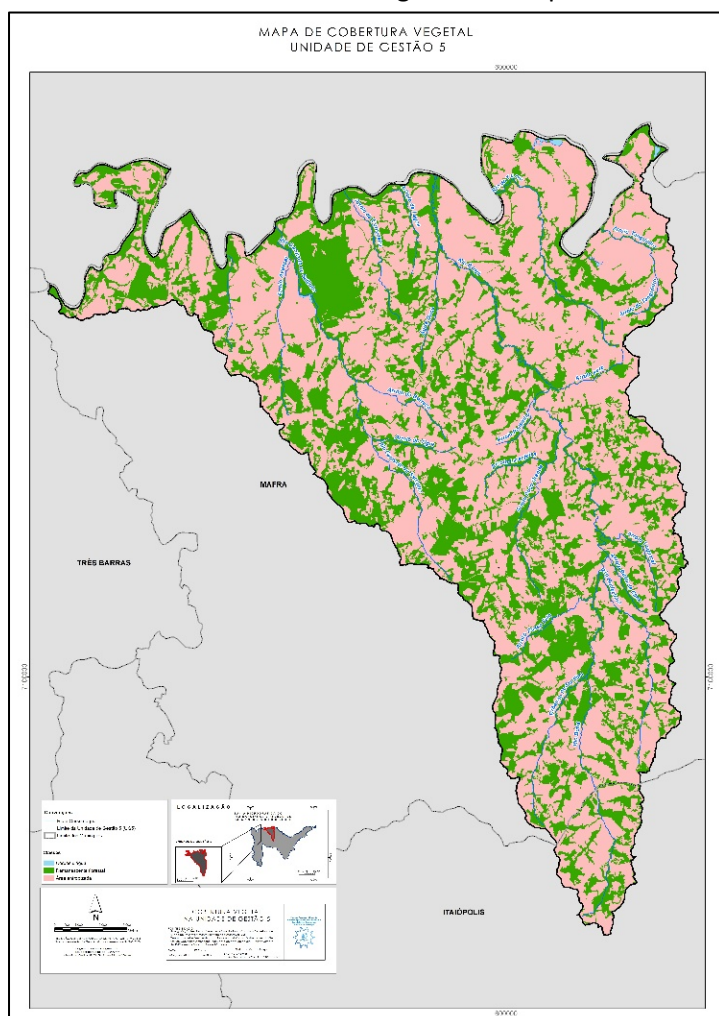
Segundo a Tabela 18, a Unidade de Gestão 5 apresenta aproximadamente 36% de área com Remanescentes Florestais, sendo que a Área antropizada ocupa quase 64% da Unidade, portanto a UG5, assim como a UG4, apresenta baixa cobertura vegetal nativa, com predomínio da área antropizada. A Figura 29 e o Anexo xx, apresentam o Mapa de Cobertura vegetal nativa da UG5.

Tabela 18: Cobertura vegetal na UG5

Unidade de Gestão 05	Área (km ²)	% da área
Área antropizada	232,76	63,67
Remanescentes florestais	132,45	36,23

Corpos d'água	0,35	0,10
TOTAL	365,57	100,00

Figura 29 - Mapa de Cobertura vegetal da UG5



4.2.2.2.6 Cobertura vegetal na UG6

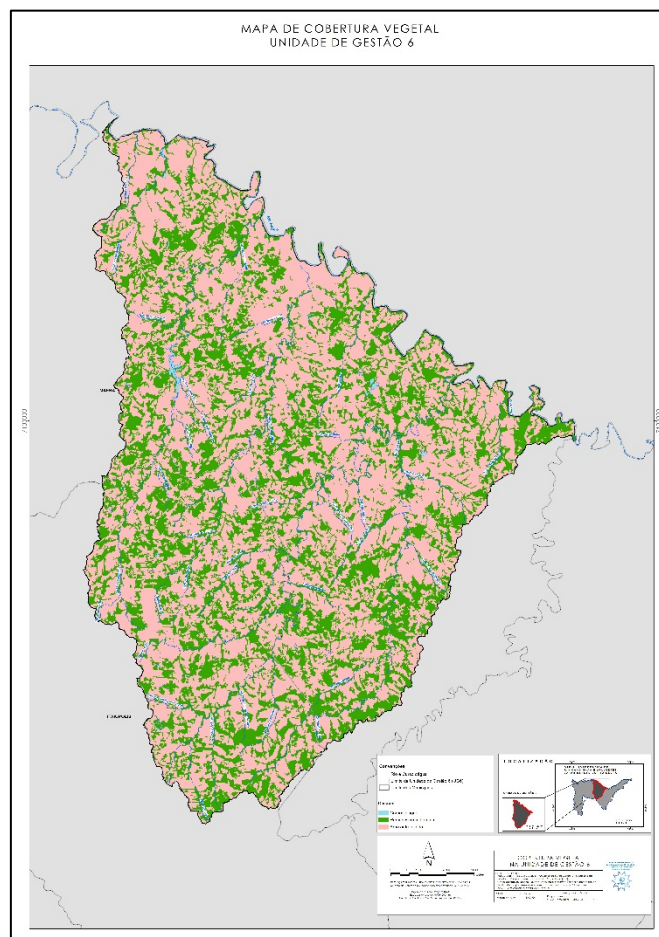
Segundo a Tabela 19, a Unidade de Gestão 6 apresenta quase 36% de área com Remanescentes Florestais, sendo que a Área antropizada ocupa quase 64% da Unidade, portanto a UG6, assim como a UG4 e UG5, apresenta baixa cobertura vegetal nativa, com predomínio da área antropizada. A Figura 30 e o Anexo xx, apresentam o Mapa de Cobertura vegetal nativa da UG6.

Tabela 19: Cobertura vegetal na UG6

Unidade de Gestão 06	Área (km ²)	% da área
Área antropizada	604,31	63,48

Remanescentes florestais	343,92	36,13
Corpos d'água	3,74	0,39
TOTAL	951,98	100,00

Figura 30 - Mapa de Cobertura vegetal da UG6



4.2.2.2.7 Cobertura vegetal na UG7

Segundo a Tabela 20, a Unidade de Gestão 7 apresenta aproximadamente 43% de área com Remanescentes Florestais, sendo que a Área antropizada ocupa 56% da Unidade, portanto a UG7, apresenta uma boa preservação de seus fragmentos florestais, se comparados as UGS 3, 4, 5 e 6.

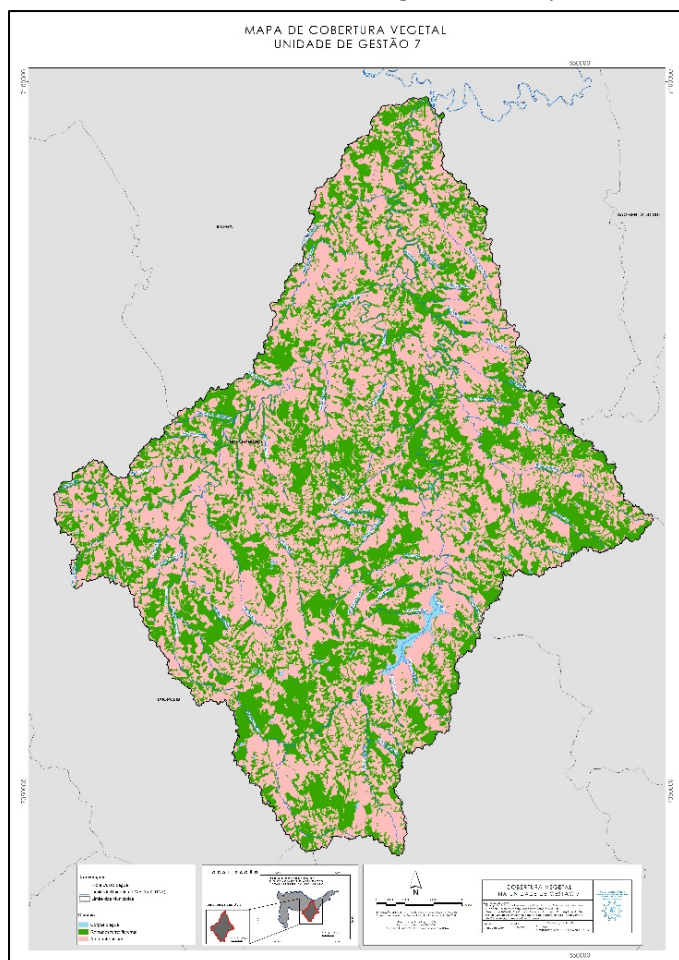
A

Figura 31 e o Anexo xx, apresentam o Mapa de Cobertura vegetal nativa da UG7.

Tabela 20: Cobertura vegetal na UG7

Unidade de Gestão 07	Área (km ²)	% da área
Área antropizada	578,32	56,35
Remanescentes florestais	439,16	42,79
Corpos d'água	8,90	0,87
TOTAL	1026,37	100,00

Figura 31 - Mapa de Cobertura vegetal da UG7



4.2.2.2.8 Cobertura vegetal na UG8

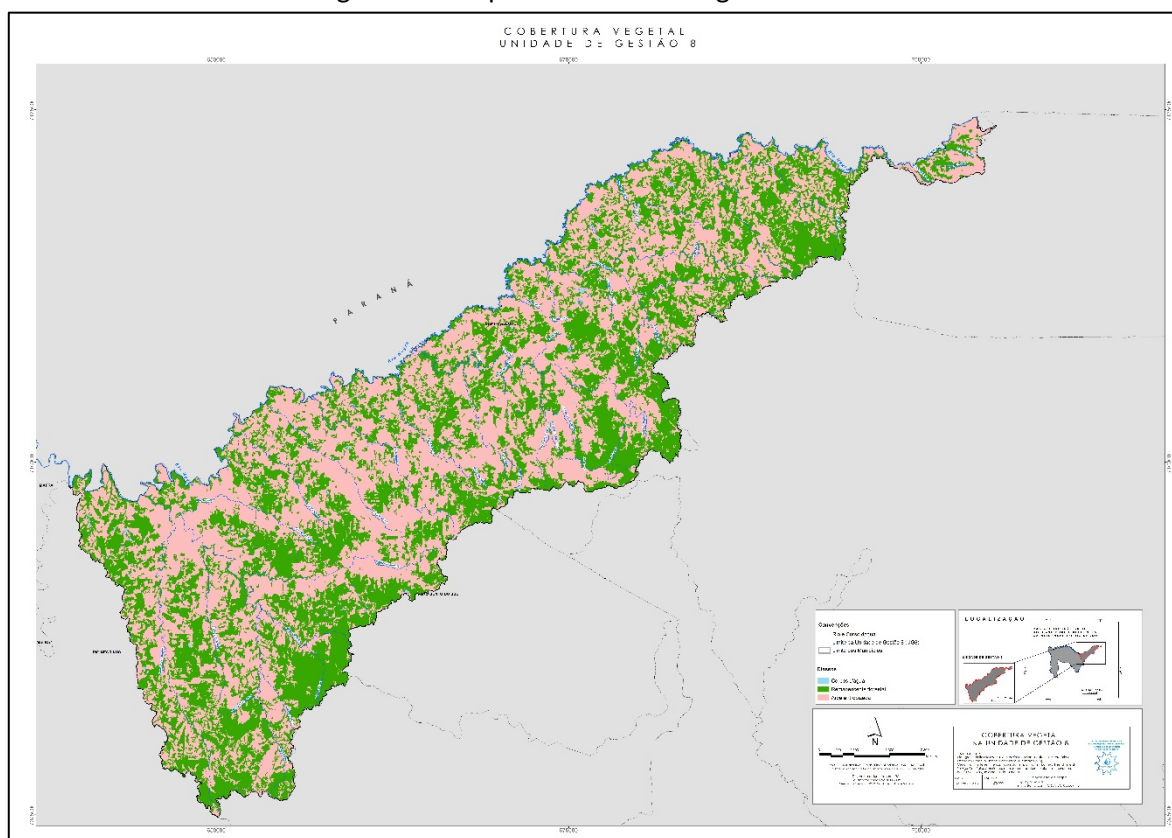
Segundo a Tabela 21, a Unidade de Gestão 8 apresenta 45% de área com Remanescentes Florestais, sendo que a Área antropizada ocupa 55% da Unidade, portanto a UG8, assim como a UG7, apresenta uma boa preservação de seus fragmentos florestais, somente inferior a UG2.

A Figura 32 e o Anexo xx, apresentam o Mapa de Cobertura vegetal nativa da UG8.

Tabela 21: Cobertura vegetal na UG8

Unidade de Gestão 08	Área (km ²)	% da área
Área antropizada	512,31	54,83
Remanescentes florestais	419,31	44,88
Corpos d'água	2,75	0,29
TOTAL	934,36	100,00

Figura 32 - Mapa de Cobertura vegetal da UG8



Conforme pode-se diagnosticar neste capítulo sobre vegetação, assim como evidenciado nos Mapas de Uso e ocupação do solo, grande parte das áreas desta bacia são ocupadas por áreas cultivadas e áreas com vegetação agropastoril, enquanto que a vegetação nativa arbórea, composta pelos remanescentes florestais, encontra-se fragmentada e alterada quanto às suas características originais ou que possibilitem o enquadramento de um estágio sucessional de vegetação.

Sub-bosques ausentes ou interferidos, presença de espécies exóticas, conversão de terras para uso alternativo do solo, supressão de indivíduos arbóreos em meio à mata, entre outros fatores, contribuem para o agravamento da degradação dos ambientes naturais.

Em relação a ocorrência da cobertura vegetal atual nas Unidades de Gestão estudadas, observou-se que a UG2 é a que apresenta a maior área com fragmentos florestais se comparado as outras Unidades da bacia, com quase 50% da área total, seguidas das Unidades UG8, UG7 e UG1, com 45, 43 e 39% respectivamente.

As UGS 3,4, 5 e 6 são as que apresentam menores áreas com remanescentes florestais, ficando em média com 35% da área total. Porém, com exceção da UG2, que apresenta a mesma quantidade de área antropizada e cobertura vegetal nativa, todas as outras Unidades apresentam maiores áreas antropizadas em relação as áreas preservadas.

Diante disso, e da necessidade de conservação e restauração dos remanescentes florestais e, considerando a extrema necessidade de conservação e restauração da Mata Atlântica, uma série de ações poderiam ser tomadas pelo poder público para garantir a conservação dos últimos remanescentes e a restauração das áreas importantes para conexão dos fragmentos florestais remanescentes.

A “Lei da Mata Atlântica”, Lei nº 11.428/2006, Art. 7, apresenta condições que devem nortear as ações de proteção e de utilização do Bioma Mata Atlântica. Estas condições visam assegurar a manutenção e a recuperação da biodiversidade (flora e fauna) e o regime hídrico para as presentes e futuras gerações, bem como estimular a pesquisa e a difusão de tecnologias de manejo sustentável.

Esta Lei institui a implantação dos planos municipais para Conservação e Recuperação da Mata Atlântica, dado que são abertas as possibilidades dos municípios atuarem diretamente na defesa, conservação e recuperação da vegetação nativa da Mata Atlântica. Os Planos Municipais para

Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PMMA) tornam-se uma ferramenta fundamental para ações dentro do território do município (Filho et al., 2014).

A nova demanda legal para adequação ambiental de propriedades rurais, promovendo a restauração das áreas de preservação permanente e de reserva legal, também gera uma perspectiva de aumento das atividades de restauração. Através do PRA – Plano de Regularização Ambiental –, todos os imóveis rurais do Brasil deverão planejar a recuperação ambiental das áreas degradadas do imóvel.

A recente preocupação com a sustentabilidade e a promoção do retorno da biodiversidade dos ecossistemas, que estão sendo restaurados, abre novas perspectivas e dá um novo rumo à restauração ecológica no Brasil e, em especial, nas matas ciliares (ALMEIDA, 2016).

Por fim várias ações podem ser implementadas através das diretrizes apresentadas neste plano e também através de outras iniciativas de incentivos de plantio e recuperação de áreas florestais de Mata Atlântica, tanto governamentais como não-governamentais.

4.2.3 Caracterização das Unidades de Conservação e Áreas Protegidas

De acordo com a Lei Federal nº9.985, de 18 de julho de 2000, publicada no DOOU de 19//07/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUCC e estabeleceu critérios e normas para a implantação e gestão das UCs no Brasil, as Unidades de Conservação podem ser definidas como:

“Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.”

Neste sentido, as UCs são classificadas em duas categorias: as Unidades de Proteção Integral e as Unidades de Uso Sustentável. As Unidades de Proteção Integral têm como objeto principal a preservação da natureza, admitindo-se apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos no SNUC. Fazem parte desta categoria, as estações ecológicas, as Reservas Biológicas, os Parques Nacionais, os Monumentos Naturais e os Refúgios de Vida Silvestre.

As Unidades de Uso Sustentável têm como objetivo principal, a compatibilização da conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais. Fazem parte desta categoria, as Áreas de Proteção Ambiental, de Relevante Interesse Ecológico, Florestas Nacionais, Reservas Extrativistas, Reservas de Fauna, Reservas de Desenvolvimento Sustentável e Reservas Particulares do Patrimônio Natural.

Segundo o Cartograma de Áreas Protegidas/Unidades de Conservação de Santa Catarina (FATMA, 2004) e dados do ICMBio (2018) constatou-se que na área em estudo existem 6 (seis) Unidades de Conservação, sendo 5 (cinco) de Uso Sustentável e 1 (uma) de Proteção Integral.

A

Tabela 22 apresenta um resumo das UC e outras áreas protegidas existentes na área de estudo. A Figura 33, apresenta a distribuição espacial das áreas protegidas na Bacia do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro.

Em relação as Unidades de Conservação de Uso Sustentável, ocorre uma a nível Federal, a Floresta Nacional de Três Barras (FLONA), cujo órgão gestor é o ICMBio e quatro a nível municipal, duas no município de Rio Negrinho (APA da Represa do Rio Preto e APA do Rio dos Bugres) e duas no Município de Campo Alegre (APA do Alto Rio Turvo e APA dos Campos do Quiriri).

Já a de Proteção Integral é uma Reserva Particular de Proteção Natural e ocorre no município de Campo Alegre, no interior da APA do Alto Rio Turvo e administrada pela empresa Araucária Florestas Ltda. (Figura 33).

4.2.3.1 Áreas de Proteção Ambiental (APAs)

A criação das APAS nos municípios de Rio Negrinho e Campo Alegre se deu através do surgimento do Consórcio Quiriri, conforme o previsto pela Lei n 9.433, da Política Nacional do Recursos Hídricos, tendo como eixo norteador o uso sustentável dos recursos naturais e como objetivo principal desenvolver ações integradas, buscando a união de esforços e recursos para a elaboração e execução de um plano integrado de manejo ambiental na região.

O Consórcio Quiriri foi instituído em 1997, através de uma iniciativa conjunta das prefeituras dos Municípios de Campo Alegre, Rio Negrinho, São Bento do Sul e Corupá e da comunidade local para a consolidação de uma estrutura ambiental regional, com a capacitação de técnicos e lideranças regionais e vem desenvolvendo, através da estratégia participativa, programas e projetos na área ambiental, estimulando a educação ambiental e resgatando a cidadania.

A estrutura organizacional constitui-se de Conselho de Prefeitos, Conselho da Sociedade Civil com Câmara Urbana e Câmara Rural, Conselho Fiscal, Coordenação Executiva e Grupos Municipais de Trabalho.

Através deste consórcio foram criadas cinco APAs nos municípios integrantes. A aprovação dos projetos de lei para criação de tais UCs ocorreu em agosto de 1998, em uma reunião conjunta de vereadores das Câmaras de Campo Alegre, Rio Negrinho e São Bento do Sul, que formam o Parlamento do Consórcio. O Município de Corupá só se juntou ao consórcio em setembro de 1999.

As APAs da região do Consórcio Quiriri têm objetivos definidos para cada caso, visando de forma geral proteger o conjunto de ecossistemas que as compõem, objetivando assegurar condições de potabilidade da água em áreas vistas como futuras fontes de abastecimento público de água potável dos municípios, como é o caso da APA Rio dos Bugres (em Rio Negrinho e com área

aproximada de 80 km²), da APA Alto Rio Turvo (em Campo Alegre e área aproximada de 40 km²). Para fomentar o uso dos recursos naturais de maneira não destrutiva, como o turismo ecológico, a educação ambiental e a recreação (lazer e esportes náuticos, pesca esportiva) é o caso da APA da Represa Alto Rio Preto (em Rio Negrinho e com área aproximada de 162 km²) e da APA dos Campos do Quiriri (em Campo Alegre, com área de 15 km²).

Nas APAs, a atividade humana pode e deve existir, desde que orientada e regulada de forma a evitar a degradação ambiental e permitir o uso sustentável do patrimônio natural. Para tal, estão sendo realizados estudos técnicos para a elaboração do Plano de Gestão, definindo dentre outras, as atividades a serem permitidas ou incentivadas e as que deverão ser restringidas e proibidas. O envolvimento comunitário no manejo dessas APAs é de fundamental importância para a adoção de critérios disciplinadores eficientes. A criação dos Conselhos Gestores assegurará a participação popular no Plano de Gestão de cada área.

4.2.3.2 FLONA de Três Barras

Criada em 1944 a área foi adquirida pelo Instituto Nacional do Pinho para instalação da Estação Florestal dos Pardos, posteriormente foi denominado de Parque Florestal Joaquim Fiúza Ramos e em 25 de outubro de 1968, foi transformado em Floresta Nacional por meio da Portaria do IBDF nº 560.

A FLONA tem 100% de seu território no município de Três Barras e possui área aproximada de 45 km² o que equivale a quase 10% do total da área do município que é de 437.8 km². Em quase toda sua extensão, as divisas da FLONA são definidas por cursos d'água. Toda a sua face Oeste é banhada pelo Rio e Município de Canoinhas, a Leste pelo Arroio da Bica, nordeste pelo Rio dos Pardos e Sul pelo Arroio Baronesa.

A região onde está situada a FLONA de Três Barras, era uma área devoluta, porém habitada por populações caboclas e indígenas, cujo processo de ocupação oficial se deu pela exploração da madeira pela empresa "*Southern Brazil Lumber & Colonization Company*", que em negociação com o Governo Federal, em troca da construção da ferrovia São Paulo – Rio Grande e seu ramal de Porto União – São Francisco adquiriu o direito de explorar todas as árvores madeiráveis com diâmetro superior a 35 cm localizadas em uma área de até 15 km em relação ao eixo destas ferrovias.

Em 1941 foi criado o Instituto Nacional do Pinho – INP, que em 1944, comprou a Fazenda dos Pardos, a área hoje ocupada pela Floresta Nacional de Três Barras, e nela instalou a Estação Florestal dos Pardos. Adquirida a área passou-se aos trabalhos de implantação de infraestrutura. Em 1949 já estavam construídas a Casa Sede (Escritório), a Capela, a Escola, a Vila Operária e as principais estradas. Também já havia começado a produção de mudas e o reflorestamento com araucárias e cedro. O reflorestamento com araucárias continuou até 1957, quando começaram os experimentos com espécies exóticas de crescimento rápido. Em 1963 foram implantados os primeiros talhões de pinus, a espécie de melhor adaptação ao local.

Em 1967, concomitante à extinção do INP foi criado o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF, que passa a administrar a unidade. Em 25 de outubro de 1968, é publicada sua portaria de criação (Portaria Nº 560 do IBDF), e o Parque passa a ser denominado como Floresta Nacional de Três Barras. Os plantios de pinus foram continuados até 1982, uma vez que o principal objetivo das Florestas Nacionais era a produção de matéria prima para abastecer a indústria e a regulação de estoques.

Com a criação do IBAMA, em 1989, que passa a administrar as FLONAS, o enfoque será o uso sustentável dos recursos florestais, ou seja, as FLONAS passam a ter uma diversificação de uso com base no decreto Nº 1.298, de 27/11/1994 que aprova o Regulamento das Florestas Nacionais.

Com a instituição do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) por meio da Lei Nº 9.985, de 18/07/2000 as FLONAS passam a ter como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas.

Em 2007 passa a ser administrada pelo ICMBio, instituição que tem como finalidade a proposição, implantação, gestão, proteção, fiscalização e monitoramento das unidades de conservação instituídas pela União. Um dos pressupostos da criação do Instituto é a melhoria no processo de gestão e manejo das FLONAS, por ser um órgão voltado às unidades de conservação.

4.2.3.3 Reserva Particular de Proteção Natural (RPPN)

As Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) foram criadas em 1990, como uma estratégia para promover a conservação da natureza por meio de áreas protegidas através da iniciativa dos proprietários particulares.

As RPPNs ganharam com o passar dos anos importância no contexto nacional e internacional, o que exigiu um instrumento legal mais adequado e com uma regulamentação mais detalhada. Assim, em 1990 surgiu o Decreto nº 98.914, criando as RPPN o qual foi substituído em 1996 pelo Decreto no 1.922.

Com a publicação da Lei nº 9.985, que institui o Sistema Nacional de Unidade de Conservação da Natureza (SNUC), as RPPN passaram a ser uma das categorias de unidade de conservação do grupo de uso sustentável. Em função da necessidade de adequar os procedimentos de criação, gestão e manejo da categoria, foi publicado em 5 de abril de 2006, o Decreto no 5.746 regulamentando as RPPN, sendo a primeira categoria de unidade de conservação regulamentada por decreto após a publicação do SNUC.

As RPPNs têm sido consideradas uma grande alternativa para a ampliação do SNUC, principalmente por ser uma categoria de unidade de conservação que integra a sociedade civil com o poder público, na busca pela conservação dos ecossistemas brasileiros.

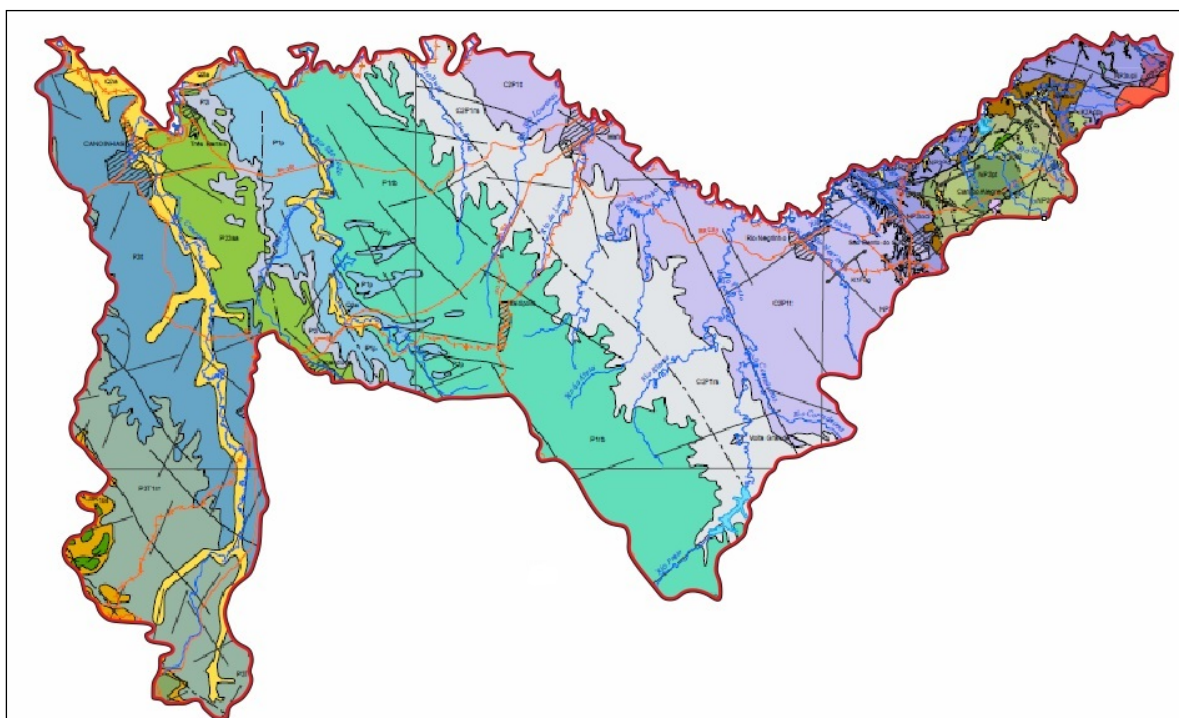
4.2.4 Caracterização do Meio Físico

4.2.4.1 Geologia

Na área correspondente à bacia hidrográfica do Rio Canoinhas e afluentes catarinenses do Rio Negro, afloram na porção leste da bacia considerada, rochas que vão desde o Neoarqueano dentro do Complexo Granulítico de Santa Catarina, passando por granitóides do Batólito Florianópolis e Coberturas Vulcanossedimentares do Tipo *Foreland* Proterozóicas.

Já na maior parte da Bacia do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro aparecem as rochas sedimentares e vulcânicas que constituem a sequência da borda leste da Bacia do Paraná, inclusive com a presença de magmatismo alcalino a subsaturado do Cretáceo superior e sedimentos não consolidados que formam depósitos aluviais atuais. A Figura 34 apresenta o Mapa Geológico da área de estudo.

Figura 34 – Mapa geológico regional modificado do Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina



Legenda: Coluna Geológica

Cobertura Sedimentar do Cenozóico

Q2a Depósitos Aluvionares: areias grossas a finas, cascalheiras e sedimentos silítico-argilosos, em calhas de rios e planícies de inundação.

Magmatismo Alcalino Subsaturado

K21cp Intrusivas Alcalinas: aegirina sienito e dique de nefelina sienito.

Bacia do Paraná (Sedimentação Gonduânica e Magmatismo Serra Geral)

K1βsg Grupo Serra Geral (βsg): basaltos, basalto andesitos, riódacitos e riolitos, de filiação tholeiítica, com arenitos intertrápicos Botucatu na base e litarenitos e sedimentos vulcanogênicos da porção mediana ao topo da sequência.

J3K1bt Formação Botucatu: arenitos eólicos de ambiente desértico, avermelhados, finos a médios, com estratificações cruzadas de médio a grande porte; localmente, arenitos argilosos mal selecionados de ambiente lacustre, mais frequentes na base da formação.

P3T1rr Formação Rio do Rasto: pelito e arenito com dominância de camadas tabulares ou lenticulares muito estendidas, ambiente lacustre (Mb. Serrinha); siltito tabular, arenito fino tabular ou lenticular, ambiente lacustre, deltaico, eólico e raros depósitos fluviais (Mb. Morro Pelado).

P3t Formação Teresina: depósitos marinho rasos representados pela alternância de argilitos e folhelhos cinza-escuro com siltitos e arenitos muito finos cinza-claro, apresentando laminação *flaser*, com ocorrência de calcários, por vezes oolíticos e leitos de coquina intercalados na porção superior.

P23sa Formação Serra Alta: depósitos marinhos compreendendo argilitos, folhelhos e siltitos cinza-escuro, com lentes e concreções calcíferas.

P2i Formação Irati: folhelho, siltito e argilito, calcário, marga e folhelho betuminoso portador de répteis mesossaurídeos, ambiente marinho de costa-afora, deposição por decantação em águas calmas abaixo do nível de ação de ondas; períodos de estratificação da coluna de água com influência de tempestades.

P1p Formação Palermo: siltito, siltito arenoso, arenito fino a muito fino e folhelho, lentes de arenito grosso e conglomerado com seixos discóides, ambiente marinho de costa-afora com influência de tempestades.

P1rb Formação Rio Bonito (P1rb): arcóseo, siltito, siltito carbonoso e quartzo-arenito, folhelho carbonoso e carvão, *tonstein*, diamictito com matriz carbonosa e marga, ambiente flúvio-deltaico, litorâneo e marinho plataformal.

C2P1t Formação Taciba: conglomerados polimiticos com matriz arenosa. Arenitos finos a grossos com estratificação cruzada, plano-paralela e maciça, localmente conglomeráticos. Alternância de folhelhos e siltitos com grânulos, seixos e matações pingados. Ambiente deposicional na interface continente-plataforma marinha com influência glacial.

C2P1rs Membro Rio do Sul: folhelhos e siltitos cinza-escuros a pretos, diamictitos e conglomerados com acamadamento gradacional, ritmitos varvitos com seixos pingados e arenitos muito finos a médios, com laminações plano-paralelas e cruzadas, convolutas, *climbing*, *flaser* e *hummocky*.

Coberturas Vulcanossedimentares do Tipo Foreland

NP3αfi Formação Rio Turvo
Litofácies de riolito e ignimbrito (equivalente a Formação Arroio Água Fria): rochas riolíticas, ignimbritos e tufos ácidos. Turbiditos subordinados, depositados fora do ambiente de estrato-vulcão.

NP3pt Litofácies de pelito, tufo e ignimbrito (equivalente a Formação Rio Turvo): sedimentos finos, siltitos turbidíticos com níveis vulcanoclásticos finos (tufos finos) subordinados; ignimbritos e lavas félsicas, depositadas em ambiente de intra caldeira vulcânica.

NP3αcv Formação Campo Alegre
Litofácies de brecha vulcanoclástica (equivalente a Formação Fazenda Uirapuru): brechas piroclásticas compostas por fragmentos e blocos angulosos de obsidiana imersos em matriz fina a vítrea, esverdeada, relacionadas com vulcanismo explosivo.

- NP3_αct** Litofácies de traquito e quartzo-traquito (equivalente a Formação Serra de São Miguel): derrames traquiticos a quartzo-traquiticos com membros riolíticos e traquiandesíticos subordinados, intercalados com estratos relacionados com depósitos de fluxo piroclástico.
- NP3_αci** Litofácies de ignimbrito (equivalente a Formação Avenca Grande): depósitos de fluxo piroclástico ignimbrito associados com turbiditos epiclásticos.
- NP3_βcb** Litofácies de basalto (equivalente a Formação Rio Negrinho): derrames e intrusões básicas, intermediárias e ácidas. Basaltos e andesitos intercalados com traquitos e quartzo-traquitos e níveis de pelitos laminados no topo. **570±30 Ma U-Pb.**
- NP3ri** Litofácies de ritmito (equivalente a Formação Corupá): intercalações rítmicas de arenitos maciços, granodrecrescentes, com estratificação plano-paralela; e siltitos e argilitos com laminação plano-paralela e mais raramente ondulada. Depósitos de turbiditos.
- Formação Bateia**
- NP3ba** Litofácies de arenito e siltito (equivalente ao Membro Rio do Bugre): arenitos arcoseanos, granulação fina a grossa, com estratificação cruzada tabular de pequeno porte; lentes de conglomerados finos na base e arenitos arcoseanos de granulação média a fina, intercalados com siltitos arenosos e argilosos, no topo.
- NP3bc** Litofácies de conglomerado (equivalente aos membros São Bento do Sul / Papanduvinha): conglomerados com seixos, blocos e pequenos matacões, angulosos a subarredondados, com matriz arenosa feldspática a arcoseana, rica em máficos, argila variável e cimentação ferruginosa.

Complexo Granulítico de Santa Catarina

- A4PP2₁po** Charnockito Postema: metagranito protomilonítico a milonítico, foliado a bandado com porfiroclastos de k-feldspato microperítico, plagioclásio e quartzo arredondados, matriz granoblástica poligonal com quartzo, piroxênios, hornblenda e biotita.
- A4PP2₂glap** Paragnaisses Granulíticos Luis Alves: metassedimentos representados por lentes de quartzitos a fuchsitita, formações ferríferas, gnaisses kinzigíticos e calcissilicatados subordinados.
- A4PP2₃lao** Ortognaisses Granulíticos Luis Alves: gnaisses enderbíticos, charnoenderbiticos e trondhjemitos com enclaves máficos de gabronoritos, piroxenitos e hornblenditos. **2.716, 2.680 e 2.170 Ma U-Pb.**
- A4PP2₄ubv** Unidade Máfica-Ultramáfica Barra Velha: piroxenitos, noritos, gabronoritos e gabros, associados a termos metassomáticos como magnetitos.

4.2.4.1.1 Rochas do Arqueno / NeoArqueno

- Complexo Granulítico de Santa Catarina

Esse domínio é formado por complexa associação de rochas derivadas de outras mais antigas, que, ao longo da história geológica, foram submetidas à superposição de eventos tectonometamórficos de caráter compressivo, em condições de elevadas temperaturas e pressão.

- Unidade Máfica-Ultramáfica Barra Velha

Correspondem aos piroxenitos, noritos, gabronoritos e gabros associados a termos metassomáticos magnetitos.

- Ortognaisses Granulíticos Luís Alves

Iglesias et al. (2012) descrevem que, entre os termos ortoderivados, predominam as litologias básicas, variando entre noritos a enderbitos, apresentando textura gnáissica bandada, de trama granoblástica média a grossa, tendo como constituintes principais

termos a plagioclásio, hiperstênio, diopsídio e biotita, com teores variáveis de quartzo e ortoclásio, enquanto nos charnoenderbitos ocorre trama bandada marcante, com textura granoblástica constituída por quartzo, ortoclásio, biotita, hiperstênio, diopsídio e anfibólio. De ocorrência subordinada, mas de importância geológico-metalogenética, estão os termos classificados como ultramáficos, que ocorrem na forma de bouldings de vários tamanhos, normalmente inclusos em noritos e enderbitos e que correspondem, em geral, a piroxenitos, formados essencialmente por hiperstênio e diopsídio, e rochas a olivina, ocorrendo termos duníticos (serpentinitos) e websteritos como litologia dominante (Figura 35).

Figura 35 – Afloramento característico dos ortognaisses que ocorrem na região de Barra Velha, pertencentes ao Complexo Granulítico de Santa Catarina.



- Paragnaisses Granulíticos Luis Alves

Esta unidade é constituída por um grupo variado de rochas geradas a partir do metamorfismo de rochas sedimentares preexistentes.

Consistem de rochas metassedimentares representadas por lentes de quartzitos a fuchsitita, gnaisses kinzigíticos, gnaisses calcissilicatados subordinados e formações do tipo ferríferas.

- Charnockito Postema

Trata-se de um metagranito protomilonítico a milonítico, foliado a bandado com pórfiroclastos de feldspato potássico micropertítico, plagioclásio e quartzo arredondados, matriz granoblástica poligonal com quartzo, piroxênios, hornblenda e biotita.

4.2.4.1.2 Rochas do Proterozóico / Neoproterozóico

- Batólito Florianópolis / Granitos Alcalinos / Granito Ilha

Essa unidade é formada por rochas não deformadas que integram a série alcalina, sódica ou potássica.

De forma mais esparsa, registram-se, entre os municípios de Campo Alegre, Garuva e São Bento do Sul no limite com o estado do Paraná, em pequenas áreas de exposições graníticas e com formas circulares.

4.2.4.1.3 Coberturas Vulcanossedimentares do Tipo Foreland

Essas bacias vulcanossedimentares caracterizam-se por uma alternância de intervalos deposicionais, durante os quais se acumularam espessos pacotes sedimentares e horizontes de rochas vulcânicas, intercalados com episódios erosionais.

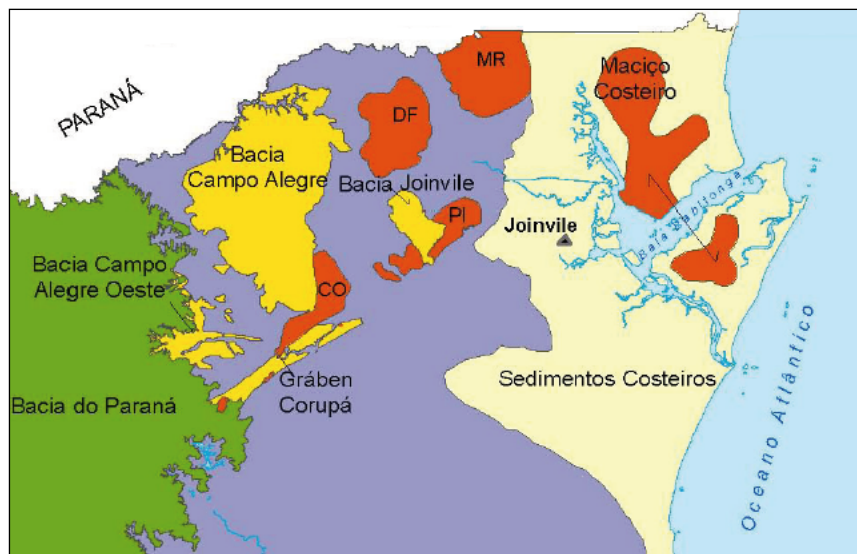
Esse contexto dinâmico, envolvendo eventos ígneos vulcânicos e sedimentares concomitantes, gerou um complexo padrão de preenchimento, representado por uma série de unidades estratigráficas.

Tais unidades estão concentradas nas bacias de Campo Alegre, Itajaí e Guaratubinha, assim como nas subacias de Corupá e Joinville.

As bacias de Campo Alegre e Corupá, em Santa Catarina, e Guaratubinha e Castro, no Paraná, são consideradas as mais importantes bacias neoproterozoicas nesses estados e apresentam características litogeoquímicas semelhantes, com importante contribuição vulcânica, seja na forma de lavas e rochas hipabissais, seja como rochas piroclásticas e vulcanoclásticas,

Figura 36.

Figura 36 - Bacias neoproterozoicas e magmatismo alcalino da região, com maior destaque para a Bacia Campo Alegre, que compões parcialmente a Suíte Serra do Mar, modificada de IGLESIAS et al., 2012, s/ escala.



Outras pequenas bacias, ou fragmentos de bacias, vulcanossedimentares foram identificadas nessa região, todas associadas às bacias de Campo Alegre e/ou Corupá, indicando a possibilidade de a Bacia de Campo Alegre ter recoberto uma área bem maior do que a atual, posteriormente desmembrada pela erosão na evolução da topografia do terreno.

A Bacia de Campo Alegre, uma das maiores e mais bem conhecidas, recobre uma área de aproximadamente 50 km², estando posicionada no extremo norte de Santa Catarina, limite entre o Cráton Luís Alves e os sedimentos paleozoicos da Bacia do Paraná. Corresponde ao arcabouço geológico do extremo oeste da bacia de captação do rio Cubatão e à fração sedimentar presente junto ao corpo granítico de Piraí.

- Formação Rio Turvo

Compõe-se sedimentos terrígenos e vulcanogênicos depositados em ambiente lacustre, com depósitos subordinados de lavas riolíticas em ambientes subaéreos (Litofácies de riolito e ignimbrito).

Na Litofácies de pelito, tufo e ignimbrito apresenta sedimentos finos, siltitos turbidíticos com níveis vulcanoclásticos finos subordinados com ignimbritos e lavas fálscas, depositados em ambiente de intra caldeira vulcânica, Figura 37.

Figura 37 – Afloramento de rochas da Formação Rio Turvo, composto essencialmente por siltitos junto a SC-418 km 53.



Fonte: Acervo do autor.

- Formação Campo Alegre

A estratigrafia da Bacia de Campo Alegre está constituída por importante contribuição de rochas vulcânicas félsicas e intermediárias, dividida em cinco litofácies presentes na área estudada:

- Litofácies de ritmito;
- Litofácies de basalto;
- Litofácies de ignimbrito;
- Litofácies traquito e quartzo-traquito; e
- Litofácies de brecha vulcânica.

- Formação Bateia

A sequência sedimentar dessas bacias de foreland está composta, predominantemente, por uma sequência de siltitos e arenitos na base, (Litofácies arenito e siltito) com aumento de arenitos conglomeráticos e conglomerados (Litofácies Conglomerado) em direção ao topo, representando a evolução de ambientes marinhos rasos para continentais, onde dominam ambientes fluviolacustres e desérticos.

4.2.4.1.4 Sequência Gonduânica

- Grupo Itararé

As rochas do Grupo Itararé caracterizadas por uma sedimentação periglacial, subglacial glácio-marinha a glacial não afloram no domínio da bacia hidrográfica do Rio Canoinhas, porém a leste ocorrem litologias da Formação Rio do Sul, representada por folhelhos e siltitos cinza escuros a pretos, diamictitos e conglomerados com acamadamento gradacional, ritmitos e varvitos com seixos pingados e arenitos muito finos a médios, com laminações plano-paralelas a cruzadas, convolutas, climbing, flaser e hummocky, e Formação Taciba, caracterizada por uma sedimentação representada por conglomerados polimíticos com matriz arenosa. Arenitos finos a grossos com estratificação cruzada, plano-paralela e maciça, localmente conglomeráticos. Alternância de folhelhos e siltitos com grânulos, seixos e matacões pingados. Ambiente deposicional na interface continente-plataforma marinha com influência glacial.

A Formação Taciba, na concepção de França & Potter (1988), constitui o terceiro grande ciclo do Grupo Itararé na Bacia Sedimentar do Paraná e corresponde à Formação Rio do Sul de Schneider et al., 1974, Figura 38.

Figura 38 - Arenitos finos com cimentação ferruginosa mais amarelada contra mesmos arenitos esbranquiçados evidenciando ambiente deposicional mais oxidante da Formação Taciba.



Fonte: Acervo do autor

- Formação Rio do Sul

A exemplo do que acontece com as rochas graníticas, as litologias da Formação Rio do Sul tampouco afloram na área correspondente à área da Bacia do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro. São identificadas através de sondagens realizadas pela CPRM em diversos locais da bacia na busca de camadas de carvão, em furos para prospecção de água subterrânea executados e nos laudos técnicos de poços tubulares profundos.

MÜHLMANN et al. (1974) e SCHNEIDER et al. (1974), adotando critérios desenvolvidos pela PETROBRÁS, através dos trabalhos de TOMMASI; RONCARATI (1970), TOMMASI (1973) e GONÇALVES; TOMMASI (1974), apresentam uma revisão estratigráfica da Bacia Sedimentar do Paraná e propõem formalmente a subdivisão do Grupo em quatro Formações: Campo do Tenente, Aquidauana, Mafra e Rio do Sul, respectivamente, da base para o topo. A Formação Aquidauana seria restrita aos Estados de Mato Grosso, Goiás e nordeste de São Paulo enquanto as outras três foram mapeadas somente em Santa Catarina e sul do Paraná.

SCHNEIDER; CASTRO (1975) e CASTRO (1980) apresentam um quadro sedimentológico-estratigráfico com detalhe para Formação Rio do Sul no leste de Santa Catarina. SILVA; BORTOLUZZI (1987) apresentam o Mapa Geológico de Santa Catarina, acompanhado de um texto explicativo.

Na área correspondente à Bacia do Rio CANOINHAS e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, o Grupo Itararé não aflora. Em subsuperfície, encontra-se representado apenas por seus níveis mais superiores, correspondentes à Formação Rio do Sul.

A correlação estratigráfica e faciológica mostra claramente que existe uma grande variação de espessura litológica bem como uma grande variação faciológica, geneticamente relacionadas com ao paleo-relevo. As descrições de testemunhos de sondagem indicaram que existe uma grande variação faciológica, dependendo do posicionamento na bacia e do paleo-relevo.

Os ritmitos e varvitos mostram tonalidades cinza-claro a esverdeado e cinza-escuro; quando intemperizados adquirem cores esbranquiçadas, amareladas e avermelhadas, apresentando uma composição síltico-argilosa.

A Formação Rio do Sul contém restos de flora e uma grande quantidade de palinórfos, referenciados na Carta Estratigráfica da Bacia do Paraná, executada pela PETROBRÁS (1970). Através da análise destes dados palinológicos, os sedimentos desta unidade foram situados no Permiano Inferior, mais especificamente entre o topo do Sakmariense e a base do Artinskiano. DEMON; QUADROS (1970) realizaram estudos palinológicos e posicionaram a Formação Rio do Sul no andar Kunguriano do Permiano Médio.

- Formação Rio Bonito

MÜHLMANN et al. (1974), no trabalho “Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná”, propõem a formalização das denominações Triunfo, Paraguaçu e Siderópolis na categoria de membros, tendo ampla aceitação e uso em toda a Bacia do Paraná (Figura 39).

Figura 39 - Vista em detalhe das rochas areníticas finas a muito finas com intercalações de rochas argilosas da Formação Rio Bonito.



Fonte: Acervo do autor

- Membro Triunfo

O Membro Triunfo, não aflorante nesta bacia hidrográfica, caracteriza a porção basal da Formação Rio Bonito, sendo constituído essencialmente de arenitos e conglomerados cinza-claros a esbranquiçados, com intercalações de folhelhos e siltitos maciços ou laminados de coloração cinza ou preta.

Localmente, ocorrem conglomerados constituídos de areia grossa, grânulos e seixos de composição variada (quartzo, folhelhos, argilitos e siltitos), imersos em uma matriz fina (areno-pelítica), feldspática e micácea.

Secundariamente, são encontrados folhelhos e siltitos cinza-escuros a quase pretos, carbonosos, micáceos, com nódulos de pirita, às vezes maciços ou com laminações plano-paralela, ondulada e lenticular. Ocorrem ainda arenitos muito finos, com laminação flaser.

- Membro Paraguaçu

O Membro Paraguaçu, também não aflorante na área desta bacia, constitui a parte média da Formação Rio Bonito, sendo caracterizado por uma sedimentação predominantemente pelítica. É formado principalmente por siltitos e folhelhos cinza-médios a esverdeados e subordinadamente apresenta intercalações de camadas de arenitos muito finos, quartzosos, micáceos, com laminação plano-paralela e ondulada, e bioturbação. Mais raramente, podem ocorrer camadas e leitos de margas.

A sedimentação do Membro Paraguaçu deu-se em um ambiente marinho de plataforma rasa, de caráter transgressivo sobre os sedimentos fluviodeltaicos do Membro Triunfo, que lhe é subjacente. Caracteriza o afogamento do delta do Membro Triunfo (Figura 40).

Figura 40 - Afloramento de rocha caracterizado por siltitos e folhelhos amarelo-esverdeados com intercalações de arenitos finos, que constituem a parte intermediária da Formação Rio Bonito na região – Membro Paraguaçu.



Fonte: Acervo do autor.

- Membro Siderópolis

O Membro Siderópolis constitui um espesso pacote de arenitos, com intercalações de siltitos, folhelhos carbonosos e carvão. Como foi dito, pela primeira vez o Membro Siderópolis está sendo subdividido em três sequências litológicas distintas e

individualizado em mapa na área correspondente à bacia hidrográfica do Rio Araranguá, Sequência basal, Sequência média e Sequência superior.

O conteúdo fossilífero da Formação Rio Bonito é evidenciado pela abundância de restos vegetais e palinórfos encontrados nos carvões e rochas associadas, caracterizados na Carta Estratigráfica da Bacia do Paraná (PETROBRÁS, 1970), em que, através de sua análise, permitiram situar esta formação no Permiano Inferior, mais especificamente entre o Artinskiano e a base do Kunguriano.

- Formação Palermo

O conteúdo fossilífero da Formação Palermo é representado pela frequência de troncos fósseis silicificados (Dadoxilon) e pela abundância de palinórfos, representados principalmente por esporórfos. GORDON JUNIOR (1947) localizou a presença de pelecípodes em Santa Catarina e PUTZER (1955) relata a ocorrência do gênero *Loxomma* na região de Criciúma.

Na Carta Estratigráfica da Bacia do Paraná (PETROBRAS, 1970), esta Formação é situada no Permiano Inferior-Superior, entre o Kunguriano e a base do Kazaniano.

A natureza predominantemente argilosa de suas litologias indica que, do ponto de vista hidrogeológico, esta formação deve atuar principalmente como aquítarde. Localmente, onde ocorrem intercalações de fácies arenosas, principalmente no seu terço inferior ou onde esta formação é secionada por falhamentos, pode atuar como unidade aquífera de baixa potencialidade.

- Formação Irati

A Formação Irati foi definida por White (1908) para designar os folhelhos pretos com restos do réptil *Mesosaurus Brasiliensis* que ocorrem na região de Criciúma e na estrada da Serra do Rio do Rastro, em Santa Catarina.

Neste estado, esta formação costuma ser dividida em dois Membros, designados Taquaral (base) e Assistência (topo), definidos por MÜHLMANN et al. (1974). Por fugir ao escopo deste trabalho, estes membros não foram individualizados em mapa.

A Formação Irati apresenta um conteúdo fossilífero representativo, abrangendo desde restos de peixes, crustáceos do gênero *Clarkecaris*, vegetais, palinomorfos e répteis dos tipos *Mesosaurus brasiliensis* e *Stereosternum tumidum*.

Na Carta Estratigráfica da Bacia do Paraná (PETROBRÁS, 1970), esta formação é situada no Permiano Superior, no andar Kazaniano.

A natureza predominantemente argilosa desta formação indica que ela atua principalmente como aquíclode. Localmente, onde é intrudida por diabásio, pode apresentar algum intervalo aquífero.

Do ponto de vista hidroquímico, a presença de folhelhos pirobetuminosos indica que a água resultante desta formação é de má qualidade.

- Formação Serra Alta

A Formação Serra Alta compreende uma sequência constituída por folhelhos, argilitos e siltitos cinza-escuros a pretos, tendo como principal estrutura a fratura conchoidal (Figura nº 07). Quando intemperizados mostram cores cinza-claros a cinza-esverdeados e avermelhadas, com tons amarelados. Normalmente, são maciços ou possuem uma laminação plano-paralela incipiente, às vezes micáceas. Localmente, contêm lentes e concreções calcíferas, com formas elipsoidais e dimensões que podem alcançar até 1,5 m de comprimento por 0,50 m de largura.

Na Carta Estratigráfica da Bacia do Paraná (PETROBRÁS, 1994), a Formação Serra Alta é localizada no Permiano Superior, mais especificamente entre o topo do andar Kazaniano e a base do andar Tatariano (Figura 41).

Figura 41 – Sequência de argilitos, siltitos e folhelhos da Formação Serra Alta, com extrema fissibilidade proporcionando efeitos de empastilhamento junto a rodovia BR-280 próximo ao rio Canoinhas.



- Formação Teresina

A Formação Teresina é constituída por argilitos, folhelhos e siltitos cinza-escuros e esverdeados, ritmicamente intercalados com arenitos muito finos, cinza-claros. Quando alterada, esta unidade mostra cores diversificadas em tons violáceos, bordô e avermelhados. Comumente apresenta lentes e concreções carbonáticas, com formas elípticas e dimensões que podem atingir 2 m de comprimento por 80 cm de largura.

Figura 42 - Vista frontal de talude de corte em sequência de folhelhos e arenitos da Formação Teresina, na rodovia BR-101 entre Bom Retiro e Lages.



Fonte: Acervo do autor.

- Formação Rio do Rasto

WHITE (1908) designa pela primeira vez o termo Rio do Rasto para uma sucessão de camadas vermelhas, expostas nas cabeceiras do rio do Rasto, situado ao longo da estrada Lauro Müller – Bom Jardim da Serra, em Santa Catarina, como a seção-tipo desta Formação.

- Formação Botucatu

Apresentam cor cinza-avermelhado e é frequente a presença de cimento silicoso ou ferruginoso. Constituem expressivo pacote arenoso, com camadas de geometria tabular ou lenticular, espessas, que podem ser acompanhadas por grandes distâncias.

No terço inferior, apresenta finas intercalações de pelitos, sendo comuns interlaminações areia-silte-argila, ocorrendo frequentes variações laterais de fácies. À medida que se dirige para o terço médio, desaparecem as intercalações pelíticas, predominando espessas camadas de arenitos bimodais, com estratificação acanalada de grande porte, indicando que as condições climáticas se tornavam gradativamente mais áridas, implantando definitivamente um ambiente desértico.

Os contatos da Formação Botucatu com as rochas basálticas da Formação Serra Geral, que lhe sobrepõe, e com a Formação Rio do Rasto, subjacente, são discordantes, ou, às vezes, por falha (Figura 43).

Figura 43 – Frente de lavra de arenito da Formação Botucatu com espessos pacotes, utilizados para uso na construção civil, próximo a SC-485 trecho Sombrio – Jacinto Machado.



Fonte: Acervo do autor.

- Formação Serra Geral

Abrangem uma sucessão de derrames de lavas, predominantemente básicas, contendo domínios subordinados intermediários e ácidos, principalmente no terço médio e superior. Nas observações de campo, foram verificados termos básicos a intermediários de cor cinza-escuro a preto, de granulação fina afanítica, com termos variando desde amigdaloidal até maciços. Geralmente, encontram-se bastante fraturados, exibindo fraturas conchoidais características. Esta formação é consequência de um intenso magmatismo fissural, correspondendo ao encerramento da evolução gonduânica da Bacia do Paraná.

O contato da Formação Serra Geral com as unidades sedimentares mais antigas da Bacia do Paraná é determinado por discordância. É muito frequente a intrusão de diabásios em rochas sedimentares da Bacia do Paraná.

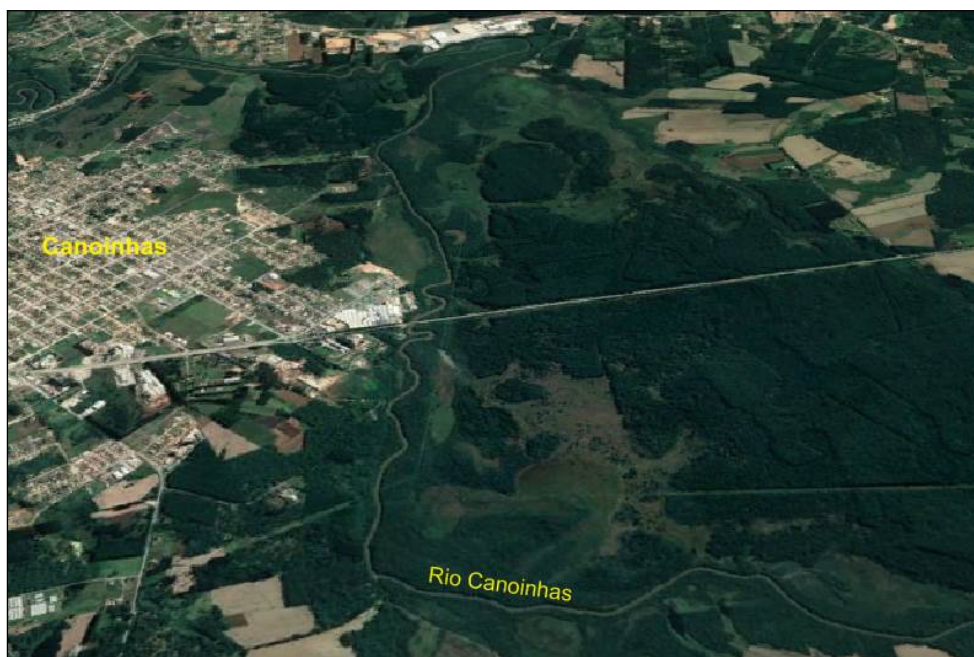
4.2.4.1.5 Magmatismo Alcalino Subsaturado

Estudos sobre as rochas alcalinas e carbonatíticas do sudeste do Brasil consideram o magmatismo de Lages como relacionado a um estágio mais avançado do processo de rifteamento continental, enquanto o de Anitápolis, situado mais a leste, é considerado contemporâneo ao estágio inicial desse processo.

Na porção analisada ocorre pequena intrusão em rochas ortognáissicas granulíticas Luis Alves mais a leste da bacia, com litologia aegirina sienito e dique de nefelina sienito. Do período Cretáceo superior.

Esta unidade está bem representada na região compreendida pelos municípios de Canoinhas, Major Vieira, Monte Castelo, Papanduva e Três Barras. Nas proximidades de Canoinhas existem boas exposições junto às margens do Rio Canoinhas e na margem esquerda do Rio Negro além de outros cursos d'água em especial o rio Paciência, verificando-se a existência de material grosso, grânulos, seixos, cascalhos e blocos bem como uma sequência de natureza areno-argilosa (Figura 44).

Figura 44 – Vista da planície de inundação do rio Canoinhas com a cidade homônima junto a margem esquerda com intensa deposição de sedimentos aluvionares. s/escala.



Fonte: Google Earth, 2018.

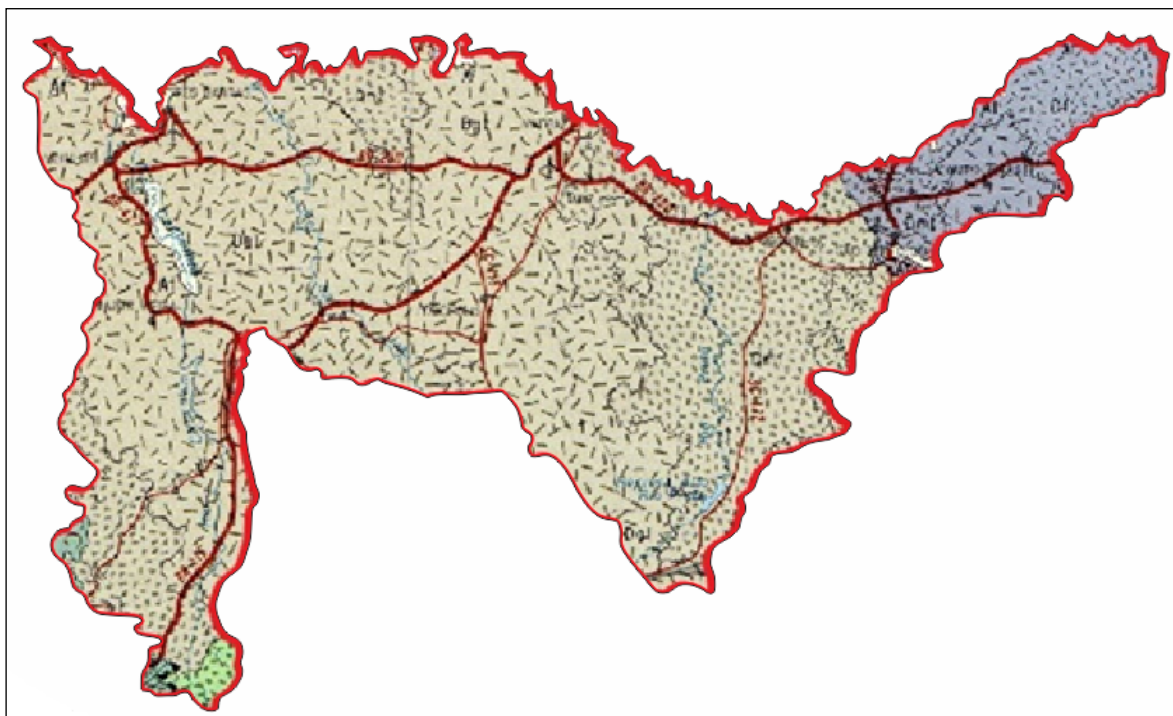
4.2.4.2 Geomorfologia

A região que abrange esta análise é ocupada pelos Domínios Geomorfológicos Bacias e Coberturas Sedimentares incluída da Região Geomorfológica Patamar Oriental da Bacia do Paraná, mais à oeste com predomínios das rochas sedimentares desta bacia intra-cratônica na Unidade Patamar de Mafra.

Já na porção mais à leste, com predomínio das rochas metavulcanossedimentares temos o Domínio de Dobramentos Remobilizados da Região das Escarpas e Reversos da Serra do Mar na Unidade Geomorfológica Planalto de São Bento (

Figura 45).

Figura 45 – Mapa geomorfológico regional, modificado do Atlas de Santa Catarina, GAPLAN, Governo do Estado de Santa Catarina, 1986, escala original 1:1.000.000



Dominios Morfoestruturais	Regiões Geomorfológicas	Unidades Geomorfológicas
Bacias e Coberturas Sedimentares	Patamar Oriental da Bacia do Paraná	Patamar de Mafra
Faixa de Dobramentos Remobilizados	Escarpas e Reversos da Serra do Mar	Planalto de São Bento do Sul
Tipo de Modelado		
Modelado de Acumulação (Af)	Fluvial	

4.2.4.2.1 Unidade Geomorfológica Patamar de Mafra

Essa unidade, localizada na porção norte do Estado de Santa Catarina, prolonga-se para o Estado do Paraná e se constitui numa única unidade dentro da Região Geomorfológica Patamar Oriental da Bacia do Paraná; tem uma área de 6 930km² que corresponde a 7,22% da área total do Estado sendo que as principais cidades nela localizadas são: Mafra, Canoinhas e Porto União.

O relevo da unidade corresponde a uma superfície regular, quase plana, de baixa energia de relevo. No conjunto é individualizado como um patamar intermediário, constituído predominantemente por uma superfície colinosa que resultou de um modelado de dissecação homogênea.

A *cuesta* da Serra Geral serve de limite, em alguns pontos, entre essa unidade e o Planalto dos Campos Gerais; esta *cuesta* marca um desnível de cerca de 300m em média.

As cotas altimétricas decaem de leste para oeste atingindo junto a Serra Geral cotas de 650 a 740m (Figura 46).

Figura 46 – Vista dos altiplanos das rochas basálticas da Formação Serra Geral encobrendo os arenitos da Formação Botucatu, na região sul de Santa Catarina.



Fonte: Acervo do autor.

O rio Negro, um dos mais importantes afluentes da margem esquerda do rio Iguaçu, é o principal rio desta unidade. Esse rio, que serve de limite entre Santa Catarina e Paraná, forma uma extensa área de acumulação fluvial; situação semelhante ocorre no vale do rio Canoinhas, que é afluente da margem esquerda do rio Negro.

4.2.4.2.2 Unidade Geomorfológica Planalto de São Bento do Sul

Esta unidade que tem uma área de 1.106km² o que correspondem a 1,15% da área total do Estado, aparece no extremo norte junto à fronteira com o Paraná, entre a serra do Mar e o Patamar de Mafra. O principal centro urbano localizado nesta área é São Bento do Sul.

O aspecto geral do relevo da área é dado por formas colinosas que localmente mostram certa concordância topográfica e parecem corresponder a restos de uma superfície de aplanamento.

Altimetricamente este planalto posiciona-se entre 850 e 950m.

As características gerais desta unidade geomorfológica, as quais permitiram a sua individualização como tal, apresentam extensa continuidade espacial através do Estado do Paraná,

daí ter sido a mesma denominada de Planalto de Curitiba por ocasião do mapeamento efetuado pelo RADAMBRASIL.

4.2.4.2.3 Modelados de Acumulação Fluvial

São depósitos originados pelo trabalhamento fluvial junto a suas áreas planas, sujeitas a inundações periódicas, correspondendo às planícies e terraços de várzeas.

Merecem destaque na região aquelas acumulações junto ao rio Negro e seus principais tributários, na porção do território catarinense, tais como os rios Canoinhas, Campinhos, Papanduva, Preto, São João, São Bento, do Turvo e Represso.

4.2.4.3 Suscetibilidade à Erosão

Uma bacia deve ser entendida como sistema geomorfológico drenado por cursos de água ou por um sistema de canais conectados que convergem, direta ou indiretamente, para um rio principal ou para um espelho de água, constituindo-se, assim, em uma unidade sistêmica ideal para o planejamento do manejo integrado dos recursos naturais (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999).

Entende-se por erosão o processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou fragmentos de rocha, pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo ou organismos.

Torna-se, portanto, importante a identificação das áreas cujos solos sejam suscetíveis a esse tipo de erosão, sobretudo, em regiões onde não existem planejamentos de conservação do solo, bem como o estudo dos fatores e processos que possam agravar este fenômeno, visando a obtenção de uma metodologia de controle do mesmo.

Tais situações serão analisadas quando da proposição dos Planos de Ações Emergenciais e de Apoio, que serão apresentados na Etapa E. A seguir apresentam-se as formações suscetíveis à erosão que são encontradas na área de estudo.

4.2.4.3.1 Sedimentação Aluvionar

As planícies aluvionares são o resultado das acumulações fluviais ao longo das suas planícies de inundações através do tempo geológico.

Os terrenos são imperfeitamente a mal drenados nas planícies de inundação, sendo periodicamente inundáveis, e bem a moderadamente drenados nos terraços, onde se desenvolvem solos mais profundos e estratificados.

Aqueles tributários que se conectam às drenagens mais significativas e por conseguinte desenvolvem pequenas acumulações de sedimentos, muitas vezes por estarem em perfil de solo menos espesso e mais litólico tem pouca representatividade na contribuição de sedimentos em razão de menor susceptibilidade ao carreamento dos grãos mesmo em talvegues mais proeminentes.

4.2.4.3.2 Intrusivas Alcalinas Subsaturadas

As rochas intrusivas alcalinas, de idade cretácea, que ocorrem na região, mais especificamente no município de Campo Alegre correspondem a intrusões de rochas alcalinas subsaturadas na forma de diques de aegirina-sienito, nefelina-sienito e fonólitos (IGLESIAS et. al., 2012).

Pela sua pouca representatividade e por configurar um relevo suave, do tipo colinoso possuem boa resistência ao trabalho das águas para a contribuição de sedimentação resultante dos processos erosivos.

4.2.4.3.3 Basaltos da Serra Geral

As rochas resultantes do Magmatismo Serra Geral, que corresponde às fases finais de preenchimento da Bacia do Paraná, um dos maiores eventos vulcânicos ocorridos no planeta há 135-120 milhões de anos, o qual se encerra com a abertura do Atlântico Sul e a ruptura do supercontinente Gondwana (WILDNER; ORLANDI FILHO; GIFFONI, 2004) e que recobre 51% da superfície catarinense é de pouca expressão na porção analisada, visto que suas ocorrências ficam praticamente restritas ao sudoeste, junto ao vale do rio Tamanduá com altitudes limitadas as cotas 400 a 800m, já na divisa da bacia.

Temos a presença de corpos diqueiformes ao sul da localidade de Volta Grande e próximo à cidade de Campo Alegre.

O sistema de derrames em platô é alimentado por intensa atividade intrusiva, normalmente representada por diques e sills que acompanham, grosseiramente, as principais descontinuidades estruturais da bacia.

Devido à sua constituição argilosa, são suscetíveis à compactação, caso sejam submetidos a cargas elevadas continuamente, como ocorre quando são excessivamente mecanizados com equipamentos pesados ou pisoteados pelo gado.

A compactação e a consequente redução da capacidade de infiltração facilitam a atuação da erosão hídrica.

Em razão desta litologia apresentar-se em superfície extremamente reduzida não se entende como primordial a identificação mais detalhada de seu comportamento frente aos processos de intemperismo e erosão.

4.2.4.3.4 Rochas Sedimentares da Bacia do Paraná

A Formação Botucatu é constituída por arenitos médios a finos, localmente grossos, de coloração avermelhada, com grãos bem arredondados e alta esfericidade, gerados em ambiente continental desértico.

Não apresenta representatividade no aspecto de contribuição erosiva por sedimentos arenosos tendo em vista sua pouca representatividade territorial, no extremo sudoeste da porção analisada.

A Formação Rio do Rasto é constituída por pelitos e arenitos, siltitos verdes ou avermelhados e arenitos finos, arroxeados, róseos a esbranquiçados, gerados em ambiente transicional deltaico, lacustre, eólico e, raramente, fluvial.

Predominam sedimentos de textura fina, principalmente siltitos, seguidos por argilitos sílticos.

A Formação Taciba, segundo Wildner et. al. (2014) é constituída por folhelhos e siltitos cinza-escuros a pretos, diamictitos e conglomerados com acamadamento gradacional, ritmitos, varvitos com seixos pingados e arenitos muito finos a médios. Estas rochas sedimentares foram geradas em ambiente deposicional na interface continente--plataforma marinha com influência glacial.

São unidades formacionais de grande extensão na porção da Bacia do Paraná com condição variável frente aos processos erosionais, tendo em vista a diversidade litológica que apresenta, sendo fortemente influenciada pelo seu modelado e pela intervenção antrópica nos locais em que ocorra

A identificação dos modelados do relevo em combinação com a declividade será um ponto importante para o desenvolvimento das futuras ações visando a preservação das condições das drenagens à jusante, bem como na prevenção de inundações nas áreas urbanizadas.

A Formação Palermo compreende siltitos e siltitos arenosos intensamente bioturbados, depositados em ampla plataforma marinha muito rasa, em condições transgressivas.

A Formação Serra Alta é constituída por folhelhos, argilitos e siltitos marinhos, depositados no máximo de inundação ou máxima expansão da bacia como resultado da transgressão que ocorreu no Permiano.

Estas formações afloram principalmente ao longo da margem direita do rio Canoinhas e margem esquerda do rio São João com diferenças de cotas de mais de 100 metros em talwegues consideráveis o que pode levar a condições importantes quanto a facilidade de carreamento de sólidos, fruto do intemperismo e da erosão, principalmente pela localização de aglomerados urbanos à jusante, servindo como facilitador ao assoreamento e conseqüente aumento do risco de inundação.

A Formação Rio Bonito é composta por arenitos róseos a cinza, predominantemente, siltitos cinza a cinza-escuro e carbonosos, quartzarenitos brancos, folhelhos carbonosos cinza-escuro a pretos, carvão, diamictitos com matriz carbonosa e margas, além de rochas geradas em ambientes fluviodeltaico, marinho plataformal e litorâneo.

O aspecto geral do relevo da área é dado por formas colinosas que localmente mostram certa concordância topográfica e parecem corresponder a restos de uma superfície de aplanamento.

As diferenças de cotas raramente atingem 100 metros o que transmite uma maior estabilidade dos sedimentos degradados e decompostos pelo intemperismo de serem carreados pela erosão.

A Formação Teresina, que representa a progressiva continentalização a que foi submetida a Bacia do Paraná depois de concluída a transgressão marinha que ocorreu no Permiano.

É constituída por argilitos e siltitos cinza-claro, depositados em ambiente marinho raso sob a ação de ondas e marés, e por calcários oolíticos e bancos de coquinas.

Pela sua representatividade espacial na região possui caráter relevante por encontrar-se na margem esquerda do rio Canoinhas que drena suas águas em direção a sede deste município.

São encostas com mais de 50 metros do vale ao topo das encostas e em razão da variabilidade litológica e sua condição de faturamento e fissilidade potencialmente podem produzir efeitos de forte contribuição sedimentária, agregando-se aí a condição de uma drenagem com vazões consideráveis.

A Formação Irati constituída por folhelhos, siltitos e argilitos cinza escuro, calcários, silexitos, margas e folhelhos betuminosos portadores de fósseis de répteis mesossaurídeos, depositados em ambiente marinho.

Embora com litologias predestinadas ao ataque erosional em razão de sua condição físsil, por apresentar estrita área de afloramento guarda uma condição pouco importante na contribuição sedimentar sendo resguardada pelas rochas que sobrepostas e sotopostas das formações Palermo e Serra Alta, respectivamente.

4.2.4.3.5 Coberturas Vulcanossedimentares do Tipo Foreland

As coberturas vulcanossedimentares do tipo *foreland* que foram geradas durante o Neoproterozóico e estão representadas pelas Formações Rio Turvo, Campo Alegre e Bateias.

São afloramentos expressivos próximos as cidades de Campo Alegre e São Bento do Sul com o desenvolvimento de horizontes de solos expressivos e que podem apresentar risco de uma maior contribuição de sedimentos principalmente pela intensa atividade minerária ou caminhos de serviços, quando não resguardados os cuidados básicos de preservação e recuperação ambiental.

A Formação Campo Alegre (WILDNER et. al., 2014) do Grupo Itajaí, apresenta maior diversidade litológicas com Litofácies Basalto, Litofácies Ignimbrito, Litofácies Brecha Vulcanoclástica e Litofácies Traquito e Quartzito-Traquito.

A Formação Campo Alegre é representada pela Litofácies de Ritmito que engloba intercalações rítmicas de níveis decimétricos de arenitos maciços, granodecrescentes com estratificação plano-paralela e níveis de siltitos e argilitos com laminação plano-paralela e mais raramente ondulada, representando turbiditos (WILDNER et.al, 2014).

Sob o ponto de vista de susceptibilidade à erosão seguem o mesmo padrão das rochas da Formação Rio Turvo com maior predisposição ao fornecimento de sedimentação fina, bem como pela condição da declividade do modelado.

Sem dúvida, trata-se de uma região merecedora de maior detalhamento de seu comportamento em questões relacionadas com a condição erosional.

A Formação Bateia compreende a Litofácies Arenito e Siltito e a Litofácies Conglomerado (WILDNER et.al. 2014). A Litofácies Arenito e Siltito engloba arenitos arcoseanos de granulação grossa a fina, com estratificação cruzada tabular de pequeno porte.

Apresenta lentes de conglomerados finos na base e arenitos médios a finos, arcoseanos, intercalados com siltitos arenosos e argilosos no topo, depositados em ambiente fluvial e subaquoso.

A Litofácies Conglomerado é constituída por conglomerados com seixos, blocos e pequenos matacões, angulosos a subarredondados, em matriz arenosa feldspática a arcoseana, rica em máficos.

O conteúdo de argila é variável e a cimentação ferruginosa.

A pequena extensão desta unidade é pouco representativa no contexto regional e, portanto, a potencial mobilidade seus sedimentos não têm condição significativa frente aos processos erosivos.

4.2.4.3.6 Complexo Granulítico de Santa Catarina

As rochas arqueanas e paleoproterozóicas que integram os gnaisses paraderivados e ortoderivados originadas a partir do metamorfismo de rochas sedimentares preexistentes e de rochas ígneas, incluindo os granulitos Luis Alves formados por rochas metassedimentares representadas por lentes de quartzitos a fuchcita, gnaisses kinzigíticos, gnaisses calcissilicatados subordinados e formações do tipo ferríferas apresentam representatividade na porção nordeste da região.

O Charnockito Postema (IGLESIAS et al., 2012) corresponde a um metagranito protomilonítico a milonítico foliado a bandado com fenocristais de feldspato alcalino, plagioclásio e quartzo arredondado, matriz granoblástica poligonal com quartzo, piroxênios, horblendas e biotita, com pequena expressão em área ao norte de Campo Alegre.

Condição de susceptibilidade à erosão está diretamente relacionada à condição do faturamento destas litologias, e que embora estiveram sujeitas a várias orogenias não podem ser consideradas com potencial contribuição ao assoreamento das drenagens, exceto naqueles padrões de relevo fortemente dissecado.

4.2.4.4 Fragilidade dos Solos, Erosão e Assoreamento

A fragilidade dos solos é descrita por Ratcliffe (1971) como uma mensuração da sensibilidade inerente a um ecossistema frente às pressões ambientais sofridas, em combinação com a potencial ameaça que poderia alterar o equilíbrio existente.

Nestes termos, com base na geologia e nas características dos materiais de cobertura procurou-se visualizar aqueles fenômenos conspícuos à fragilidade dos solos como forma de desenvolvimento futuro de ações efetivas na proteção destes.

4.2.4.4.1 Sedimentação Aluvionar

Apresentam relevo plano ou quase plano, com declividades muito baixas, características que podem permitir a variação da condição de fragilidade do solo nos períodos de intensa precipitação com maiores riscos de transporte de sedimentos e posterior colmatção com a perda da capacidade de transporte.

Os solos com grande pela quantidade de material orgânico podem apresentar alta compressibilidade.

Quanto mais avançado o estágio de decomposição, maior a densidade e, por conseguinte, menores são a capacidade de reter água e a taxa de subsidência do solo.

A abertura de canais de drenagem pode aumentar a fragilidade do perfil do solo e produzir maiores carreamentos de detritos.

4.2.4.4.1.1 Intrusivas Alcalinas Subsaturadas

Em se tratando de solos com pouca profundidade, o contato com a rocha limita tanto o desenvolvimento radicular das plantas quanto dificulta sua boa fixação.

Os solos são argilosos, com argilas de atividade baixa e alta saturação em alumínio.

São áreas com fragilidade de moderada a forte, devido à relação infiltração/escoamento superficial ser baixa e à elevada declividade em que ocorrem, mas não representam, potencialmente qualquer risco à produção de sedimentos tendo em vista sua exígua ocorrência.

4.2.4.4.1.2 Basaltos da Serra Geral

As rochas basálticas possuem alto grau de coesão e textura microcristalina.

Apresentam comportamentos geomecânico e hidráulico bastante variáveis na horizontal e na vertical, como resultado da estruturação interna dos derrames e das intercalações com sedimentos interderrames.

Os basaltos apresentam estruturação colunar, em geral, bem desenvolvida na porção central dos derrames.

Quanto à resistência ao intemperismo físico-químico, as rochas nos níveis amigdaloides ou brechados, arenitos intertrápicos ou mesmo sedimentos vulcanogênicos, que são materiais menos coesivos e mais permeáveis, têm menor resistência.

Esse tipo de rocha, ao sofrer intemperismo, apresenta um padrão de alteração denominado esfoliação esferoidal, o que resulta na presença de blocos em meio ao manto de intemperismo, dificultando a sua escavabilidade. Em se tratando de rocha coesa, com ausência de fraturamentos, os taludes tendem a ser estáveis (Figura 47).

Figura 47 – Característica estrutura de alteração intempérica por esfoliação esferoidal junto aos basaltos da Formação Serra Geral.



Fonte: Acervo do autor.

Os basaltos são rochas ricas em minerais ferromagnesianos que produzem argilas como resultado do intemperismo. Logo, os solos oriundos de basaltos são argilosos, bastante porosos, de boa capacidade hídrica e moderadamente permeáveis.

A compactação e a consequente redução da capacidade de infiltração facilitam a atuação da erosão hídrica.

A porção aflorada na área analisada não tende a refletir processos que venham a determinar maiores cuidados em relação a sua potencial fragilidade mesmo em áreas de declives acentuados.

4.2.4.4.1.3 Rochas Sedimentares da Bacia do Paraná

As rochas desta unidade compreendem arenitos médios a finos, de coerência variável desde muito dura até branda, que formam espessos e extensos pacotes com estratificação cruzada de grande porte.

As rochas apresentam relativa homogeneidade geomecânica e hidráulica, alta resistência ao intemperismo físico-químico e alta resistência à compressão.

Podem ser muito duras, em geral, quando próximas ao contato com as rochas vulcânicas.

O manto de intemperismo é constituído por material arenoso, friável, bastante erosivo, que se desestabiliza com facilidade em taludes de corte.

São materiais com permeabilidade média a alta.

Em relevos mais acidentados, pela sua fragilidade dos materiais de cobertura é elevada a suscetibilidade à erosão e a movimentos de massa.

Em relevo mais plano, diminuem-se potencialmente os riscos do incremento de processo erosivos permitindo maiores alterações antrópicas.

Os solos gerados, quando arenosos, são rasos a pouco profundos e podem apresentar pedregosidade, rochosidade e afloramentos rochosos, especialmente nos relevos mais acidentados. Já os solos com frações areno-argilosos que são constituídas por intercalações de sedimentos arenosos e siltico-argilosos, os solos são bastante argilosos e, portanto, aderentes e escorregadios quando molhados.

As exposições destas unidades, ao longo de grande área das bacias analisadas merece maior atenção e desenvolvimento de planejamento específico voltado principalmente para expansão urbana e trato correto do uso do solo pela agricultura, em razão das variações locais das características dos solos e conseqüente fragilidade diversas.

4.2.4.4.1.4 Coberturas Vulcanossedimentares do Tipo Foreland

As rochas e os materiais de cobertura desta unidade, com variedade litológica mais ampla, apresentam alta resistência ao intemperismo físico-químico e ao corte e à penetração, desta forma diminuindo potencialmente a sua fragilidade.

Entretanto, A pequena profundidade dos solos dificulta o desenvolvimento radicular, além de torná-los bastante suscetíveis aos processos erosivos.

O relevo predominantemente suave resguarda o aumento da fragilidade dos solos tendo em vista a menor atuação dos processos intempéricos, principalmente aqueles relacionados com precipitações intensas.

4.2.4.4.1.5 Complexo Granulítico de Santa Catarina

A variabilidade litológica desta unidade merece uma análise mais individualizada. As rochas charnockíticas Postema ocorre em relevo do tipo de colinas amplas e suaves e mesmo sendo formado por rochas muito deformadas, apresentam alta resistência ao intemperismo físico e químico e alta resistência ao corte e à penetração.

A estruturação na rocha, sob a forma de foliação, e o bandamento composicional, que resulta em um material com diferentes resistências ao intemperismo, atuam como descontinuidades geomecânica e hidráulica.

Já os gnaisses granulíticos orto e paraderivados compreendem os terrenos constituídos por gnaisses que podem conter porções migmatíticas, gerados a partir do metamorfismo de rochas ígneas e sedimentares.

Os gnaisses apresentam camadas ou bandas com composições mineralógicas muito distintas que se alternam e que possuem diferentes resistências ao intemperismo químico.

As camadas mais claras são constituídas por quartzo e feldspatos e são mais resistentes ao intemperismo do que as camadas escuras, compostas por minerais ferromagnesianos.

Os terrenos com relevo mais dissecado e mais declivoso, predominante, são mais suscetíveis à erosão e a movimentos de massa, dentre os quais, quedas de blocos, embora possam ocorrer escorregamentos em relevos suaves induzidos por intervenções antrópicas, como taludes de cortes em estradas.

Nos relevos mais acidentados, onde predominam os solos residuais com pequena espessura, devem ser analisados para a necessidade da manutenção da vegetação natural, com consequente preservação da flora e da fauna de forma a resguardar os horizontes de solos frente a sua fragilidade.

4.2.4.5 Recursos Minerais da Bacia do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro

A região, como a grande maioria do território catarinense, com exceção das áreas carboníferas, está caracterizada pela presença de minerações de micro e pequeno porte, em relação a sua produção e voltada para o fornecimento de matéria-prima para a indústria da construção civil ou de transformação em regime de minerais não metálicos Tabela 23.

A exploração do recurso afeta diretamente os Recursos Hídricos. Sob a legislação minerária, existem na região analisada, os seguintes regimes de aproveitamento das substâncias minerais:

Regime de Autorização de Pesquisa Mineral - A autorização para qualquer pessoa física ou jurídica a realizar trabalhos de avaliação geológica, estudo de viabilidade técnica e econômica de determinada ocorrência mineral; e

Regime de Extração Mineral: Corresponde a execução dos trabalhos de extração por órgãos da administração pública para uso exclusivo da substancia em obras públicas e consequente execução das obras diretamente pela administração pública.

Tabela 23: Número de processos junto ao DNPM atualizados em agosto de 2018, frente aos regimes de aproveitamento legais. Fonte: www.dnpm.gov.br

Diploma Município	Regime de Autorização de Pesquisa Mineral	Regime de Concessão de Lavra	Regime de Licenciamento	Regime de Extração Mineral
Campo Alegre	49	45	3	4
Canoinhas	48	30	5	2
Itaiópolis	30	6	4	8
Mafra	43	35	17	3
Major Vieira	21	-x-	2	4
Monte Castelo	47	1	4	1
Papanduva	81	7	5	4
Rio Negrinho	21	14	3	-x-
São Bento do Sul	29	34	4	2
Três Barras	32	21	3	-x-
Total	401	193	50	28

4.2.4.5.1 Ocorrências Minerais na Área de Abrangência

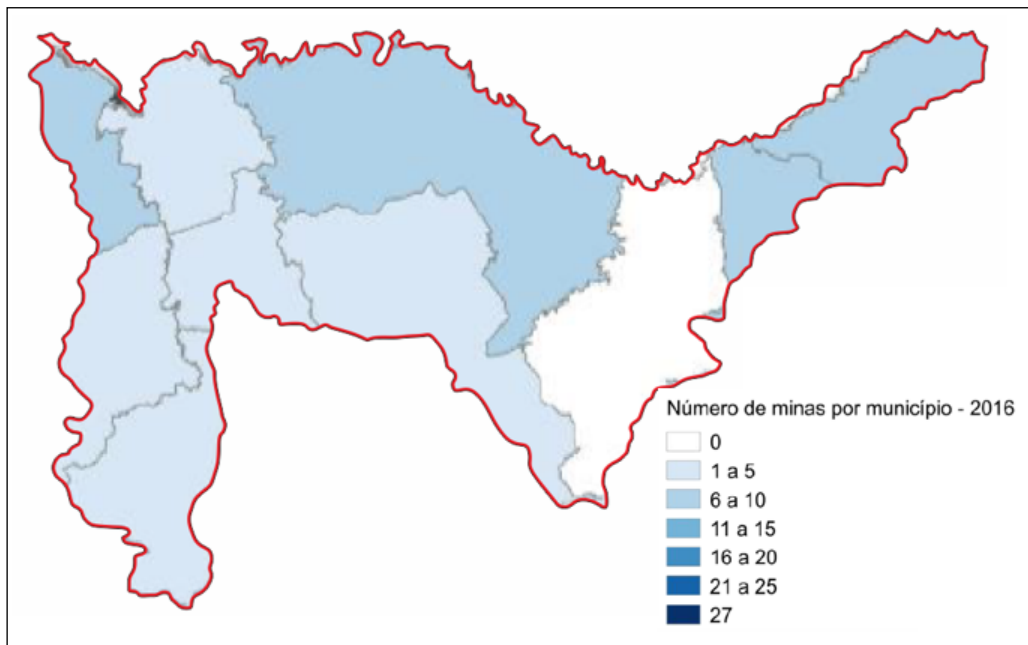
A região apresenta características muito próprias a este tipo de substrato com predominância de materiais de uso na construção civil, com a produção de areias, brita, cascalho e saibro.

Da mesma forma prevalece a produção de matérias-primas de uso na indústria cerâmica com extração de argilas comuns e plásticas, sendo que, onde predominam as rochas do embasamento e da Bacia do Paraná, são encontrados depósitos argilosos adequados às indústrias de louças, pisos e revestimentos.

Assim como as jazidas de caulim que abastecem fábricas de cerâmica de mesa, de revestimentos e refratários.

A expectativa da formalização de jazidas, como resultado dos trabalhos de pesquisa mineral apontam também para aproveitamento de areia e rochas para cominuição e produção de agregado duro, rocha betuminosa bem como as jazidas já identificadas de argila, argila refratária e turfa (Figura 48).

Figura 48 - Cartograma da distribuição das minas nos municípios abrangidos por este planejamento.



Fonte: Modificado do Anuário Mineral Estadual – Santa Catarina 2016, DNPM

4.2.4.5.2 Cadastro dos Mineradores

Os empreendedores na região encontram-se em todos os municípios sendo que em termos de produção todos estes são enquadrados como lavra de micro e pequeno porte com foco para a indústria cerâmica estrutural e de mesa.

A construção civil também é foco importante no desenvolvimento da atividade.

A Tabela 24 apresenta o cadastro dos mineradores por município e o porte da atividade de extração em termos quantitativos.

Tabela 24: Identificação dos mineradores da região por município, substância e tamanho da atividade.

Município	Minerador	Porte da Mina
Areia		
Campo Alegre	Mineração Lb Ltda.	Micro
Canoinhas	Comercio e Extração de Areia Antonovic Ltda	Pequena
Mafra	Areal Três Irmãos Ltda Me	Micro
Três Barras	Areal Contestado Três Barras Ltda	Micro
	José Carlos Ferraresi Me	Micro
	Schumacher Areias e Argamassas Ltda Me	Pequena
Argila Comum		
Canoinhas	Ceaca Cerâmica Canoinhas Ltda.	Pequena
	Cerâmica Santa Terezinha Steilein Ltda.	Pequena
Mafra	Cetarb Comércio de Minérios Ltda .	Micro
	Edison Paulo Sabatke Me	Micro
	Rigesa Celulose Papel e Embalagens Ltda	Micro
Major Vieira	Cerâmica Ouro da Terra Ltda EPP	Micro
Rio Negrinho	Souza Cruz S.A	Micro
São Bento do Sul	Cerâmica Lencol Ltda.	Micro
Argilas Plásticas		
Campo Alegre	Mineração Portobello Ltda	Pequena
Canoinhas	Casagrande Mineração e Com. de Argila Ltda.	Pequena
	Casagrande Revestimentos Cerâmicos S.A.	Pequena
	Mineração Portobello Ltda	Micro
São Bento Do Sul	Incepa Revestimentos Cerâmicos Ltda	Pequena
Três Barras	Mineração Portobello Ltda	Pequena
Brita e Cascalho		
Campo Alegre	Porto de Areia Fragosos Ltda	Média
Canoinhas	Cetarb Comércio de Minérios Ltda.	Micro
	Ciscal Insumos Agrícolas Ltda EPP	Micro
Itaiópolis	Cetarb Comércio de Minérios Ltda.	Pequena
Mafra	Cetarb Comércio de Minérios Ltda.	Pequena
Monte Castelo	Klabin S.A.	Micro
São Bento Do Sul	Cetarb Comércio de Minérios Ltda.	Pequena
Três Barras	Rigesa Celulose Papel e Embalagens Ltda.	Pequena
Caulim		
Campo Alegre	Incepa Revestimentos Cerâmicos Ltda.	Pequena
	Mineração Floresta Ltda.	Pequena
	Oxford Mineração Ltda	Micro/Pequena
	Tecnargilas Mineração e Beneficiamento Ltda.	Micro
São Bento do Sul	Dolopar Dolomita do Paraná Ltda.	Micro
	Mineração Sk Ltda	Pequena
	Oxford Mineração Ltda.	Pequena
	Porcelanas Industriais Germer S.A.	Micro
Saibro		
São Bento do Sul	Mineração Lm Ltda.	Pequena
	Prefeitura Municipal de Corupá	Micro

4.2.4.5.3 Produção Mineral na Área de Abrangência

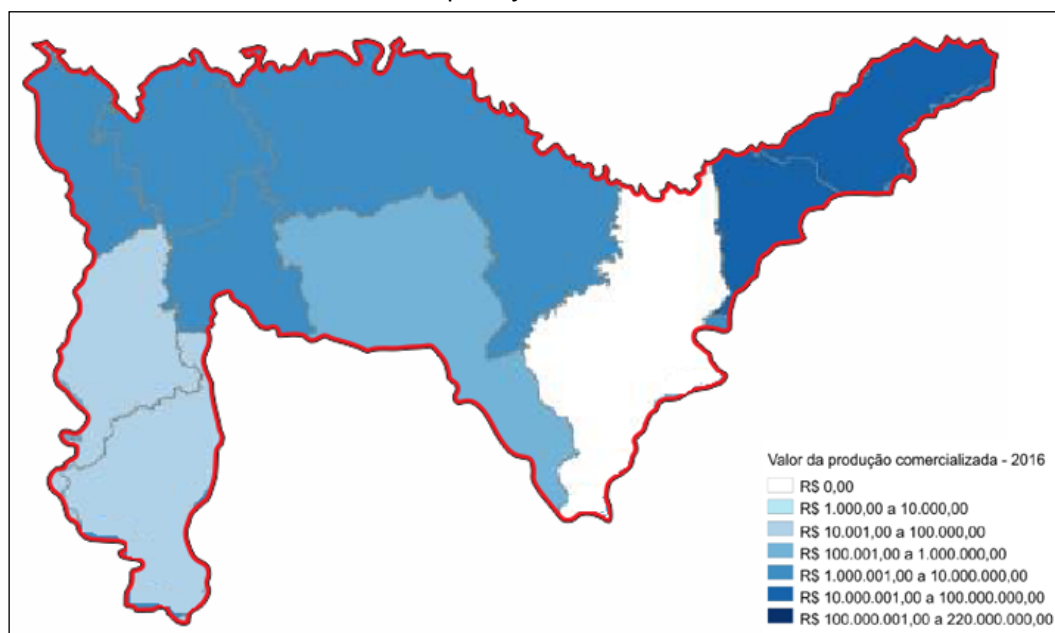
A atividade de mineração no território brasileiro é realizada sob o regime de concessão pública no âmbito do Ministério de Minas e Energia e operacionalizado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

Da análise das condições econômicas da produção mineral na região o que se observa é que a grande maioria dos municípios possui baixo valor, tendo em vista as pequenas produções bem como o baixo valor agregado destas substâncias.

Contraopondo-se a este fato destacam-se os municípios de Campo Alegre e São Bento com a extração de caulim em diversas jazidas e mineradores que os tornam os maiores produtores de toda a região.

Cabe ressaltar a intenção de aproveitamento de rocha betuminosa com a concessão de autorizações de pesquisa, mas que sob o ponto de vista de comercialização atual não apresenta nenhum tipo de incremento na comercialização de substâncias minerais (Figura 49).

Figura 49 - Cartograma do valor da produção mineral comercializada pelos municípios abrangidos por este planejamento.



Fonte: Modificado do Anuário Mineral Estadual – Santa Catarina 2016, DNPM.

A Constituição Federal estabeleceu que as jazidas e os depósitos minerais constituem bens da União, distinguindo a propriedade do solo à do subsolo.

Para o desenvolvimento da atividade de mineração, foi previsto o aproveitamento econômico do produto da lavra através das concessões.

A Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) é uma contraprestação paga à União pelo aproveitamento econômico desses recursos minerais.

Sendo assim, a CFEM foi prevista na Constituição Federal de 1988, instituída pelas Leis nº 7.990/1990 e 8.001/1990.

Foi regulamentada pelo Decreto nº 01/1991 e, a partir de então, passou a ser exigida das empresas mineradoras em atividade no país.

Conforme definiu o decreto, a CFEM incide sobre o faturamento líquido, no caso da venda do minério bruto e beneficiado, ou no custo intermediário de produção, quando o produto mineral é consumido ou transformado em um processo industrial. Entretanto, com a medida provisória 789/2017, na hipótese de saída por venda, passou a ser a receita bruta, deduzida apenas dos tributos incidentes sobre a venda que foram pagos ou compensados.

Apesar de aparentemente ser simples, a composição da base de cálculo da CFEM se mostrou complexa, tanto no que diz respeito aos conceitos de beneficiamento e transformação industrial, como na consideração das deduções permitidas para apuração do faturamento líquido da empresa.

O DNPM, órgão com a atribuição de baixar normas e fiscalizar a arrecadação da CFEM, intensificou as ações de cobrança, o que ocasionou um significativo aumento dos recolhimentos da CFEM. Os dados apresentados pelo órgão demonstraram um expressivo crescimento, onde haviam constatado R\$ 140 mil recolhidos em 2003, atingindo o todo em 2013 quando foram arrecadados R\$ 2,3 bilhões.

Alteração nas leis foram modificadas com impactos nas hipóteses de incidência e fato gerador, base de cálculo, alíquotas, sanções, infrações administrativas dentre outros aspectos da CFEM especificamente em diversos minerais, ora majorando ora reduzindo.

Os valores arrecadados pela CFEM são assim distribuídos:

12% - Destinados a União e distribuídas entre o DNPM, Ibama e MCT/FNDCT;

23% - Repassados ao Estado de origem da extração;

65% - Destinados ao município onde ocorre a extração

Desta forma os valores arrecadados respondem diretamente a atividade produtiva minerária, tendo destaque na região principalmente os municípios de Campo Alegre e São Bento do Sul com a extração de caulí.

A Tabela 25 apresenta os valores relativos a arrecadação de CFEM, por município ao longo dos meses do ano de 2017.

Tabela 25: Arrecadação de CFEM ao longo do ano de 2017 para os municípios da região, segundo dados do DNPM.

Município Mês	Campo Alegre	Canoinhas	Itaiópolis	Mafra	Major Vieira	Monte Castelo	Papanduva	Rio Negrinho	São Bento do Sul	Três Barras
Jan	17.003,30	11.065,16	498,30	2.090,19					14.009,66	1.619,10
Fev	15.339,89	2.915,06		4.546,80	48,38		68,19		12.847,56	1.136,52
Mar	31.151,06	4.901,03		2.079,32					13.410,74	723,59
Abr	28.616,58	5.995,56		2.661,94	30,22				15.211,38	1.005,59
Mai	25.722,50	6.894,34		2.480,01		23,88			11.996,00	
Jun	26.782,15	7.228,43		2.665,67					13.262,61	
Jul	30.697,94	6.704,13		2.467,66					13.781,52	
Ago	31.253,30	6.741,23		3.424,25	158,66				12.415,52	3.906,53
Set	28.347,52	5.039,80		2.752,28	12,13	21,90			12.355,74	
Out	27.444,28	9.788,65		1.960,14				208,77	12.639,79	449,77
Nov	32.260,25	8.775,69	672,73	11.305,08	58,48			42,90	15.230,79	404,18
Dez	30.088,23	6.857,78	2.338,96	7.392,07				47,60	14.440,97	
Total	324.707,00	82.906,86	3.509,99	45.825,41	307,87	45,78	68,19	299,27	161.602,28	9.245,28

Fonte: www.dnpm.gov.br

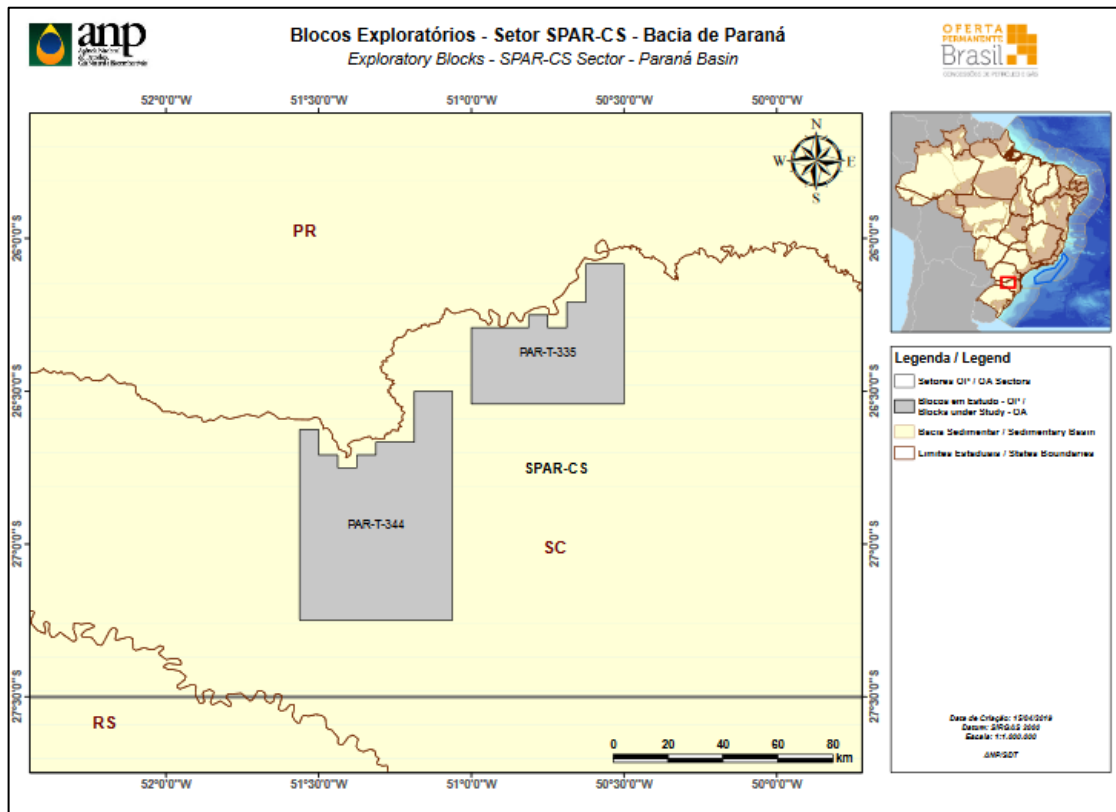
4.2.4.5.3.1 Oneração Territorial pela Legislação Minerária

Da análise dos documentos protocolados no Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM o que pode ser observado é a predominância de concessões já autorizadas para lavra em favor das minas de caulim mais à leste da bacia, especialmente junto aos municípios de Campo Alegre e São Bento do Sul.

Ao longo de toda a divisa com o Estado do Paraná, através do controle fluvial temos a presença constante em todo seu segmento de autorizações de pesquisa para futura concessão de lavra de areia.

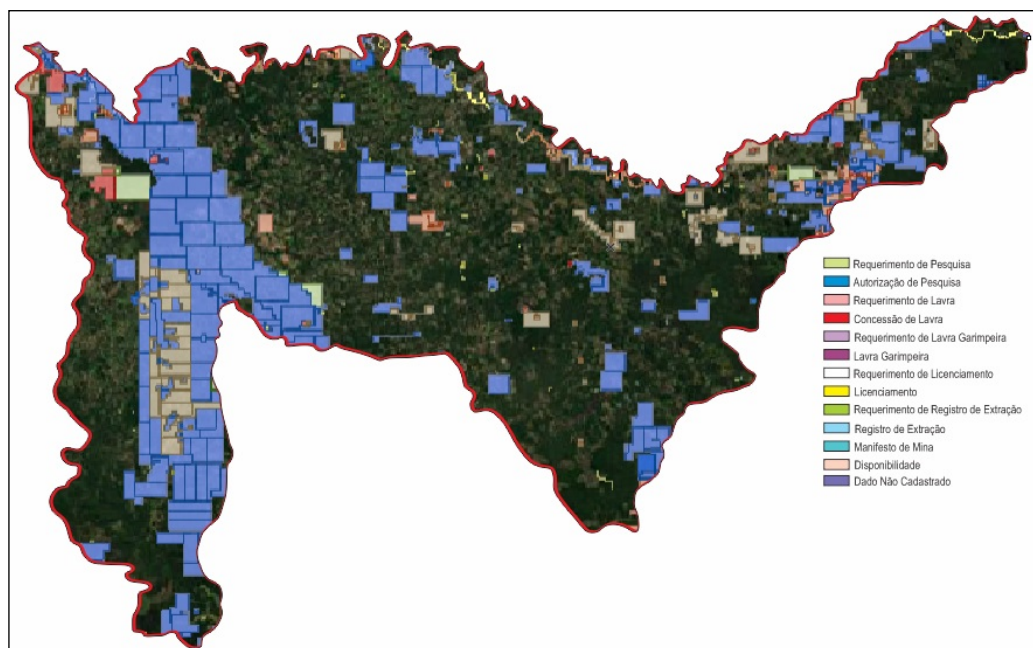
Já na porção mais a oeste denota-se a grande quantidade de requerimentos e autorizações de pesquisa para lavra de rocha betuminosa, como consequência da liberação para estudos de Blocos Exploratórios, como o da Bacia Terrestre do Paraná (SPAR-CS), ilustrado a seguir.

Figura 50 - Blocos Exploratórios na região para exploração de rocha betuminosa



De outra forma, encontram-se distribuídas ao longo de toda a área processos minerários, em suas várias instâncias, voltados essencialmente para a produção de materiais para a construção civil, tais como areia, brita e cascalho (Figura 51).

Figura 51 – A imagem ilustra a superfície analisada e as diversas operações por requerimentos e ou diplomas para a atividade minerária.



4.2.4.5.3.2 Prognóstico da Produção Mineral

A região em questão apresenta-se tradicionalmente, sob o aspecto minerário, destaque pela presença da lavra de caulim nos municípios de Campo Alegre e São Bento do Sul, com processos desde o ano de 1963, com título obtido pela empresa Incepa Revestimento Cerâmicos e que pela qualidade do material e sua proximidade com os centros produtores alcançou elevada viabilidade econômica, o que atraiu inúmeras outras empresas do ramo de produção de cerâmica de nobre.

O desenvolvimento das cidades também acelerou o processo de interesse pelos materiais de uso imediato na construção civil, tanto para agregado fino (areia) como para a produção de rocha cominuída (brita).

As argilas ditas comuns para a produção de pisos e revestimentos também merecem destaque pois apresentam qualidade e quantidade para elaboração de massas cerâmicas voltadas a este setor.

Há que se destacar a expectativa da pesquisa de rocha betuminosa na porção oeste com grande número de áreas com autorização para pesquisa mineral. Há grande movimentação na região em função de representar a instalação de atividades potencialmente poluidoras com alto grau de risco ambiental.

Com base nesta análise e no histórico das atividades de mineração na região podemos estabelecer alguns prognósticos, tais como:

- Em razão do bom conhecimento geológico local diminui a probabilidade de descoberta de novas jazidas de caulim, o que pode levar ao seu futuro exaurimento, bem como as novas tecnologias de transformação que cada vez mais operacionalizam o uso de materiais menos nobres;

- Destaque para o aumento da produção de materiais de uso na construção civil, pelo aumento das áreas urbanizadas, em especial, pela proximidade com os grandes centros tais como a região da grande Curitiba e Joinville.

- Areia e brita deverão ter acréscimos de produção ao longo dos anos em virtude das questões ambientais que afastam para áreas mais ínvias e distantes de aglomerações populacionais as frentes de lavra.

O rio Negro, embora apresenta quantidades elevadas de finos em sua exploração terá o domínio da produção de areias para construção.

- Áreas de materiais de empréstimo como saibro e cascalheiras terão também desenvolvimento em razão do crescimento das cidades.

- A necessidade futura da manutenção, conservação e ampliação da malha viária, também deverá contribuir para o incremento dos materiais de uso na construção.

- Em relação ao grande número de autorizações de pesquisa para rocha betuminosa, não há previsão a curto e médio prazo de sua utilização para geração de energia, em razão dos custos atuais e das tecnologias em desenvolvimento. Foi constatada grande movimentação local a respeito. Cabe ao Comitê apoiar e motivar a atuação dos órgãos afins, IMA, Ministérios Públicos entre outros, para que os processos de licenciamento ambiental sejam empregados com o maior rigor possível e que, na possibilidade de concessão de licenças ambientais de operação, que todas as medidas de controle cabíveis seja adotadas, bem como as sistemáticas de monitoramento para que o Comitê possa acompanhar as consequências das atividades.

4.2.4.6 Compartimentação Físico-Territorial Por Unidades de Gestão (UG) com Base na Geologia Regional

Os estudos desenvolvidos para caracterização fisiográfica para a Bacia do Rio Canoinhas e Contíguas com base na geologia, geomorfologia e comportamento dos solos frente aos processos intempéricos, são compartimentados a seguir com delimitação das Unidades de Gestão, divididas em 8 porções territoriais.

Tal divisão administrativa de gestão busca facilitar o entendimento, no presente caso do substrato, em uma escala que se aproxime dos diversos gestores e que evidenciem características mais apropriadas ao seu contingente territorial.

Desta forma, e com base nas descrições realizadas e pormenorizadas ao longo do referido Plano, abordam-se as Unidades de Gestão com suas delimitações e principais características com relação aos aspectos deste campo de análise.

Para facilitar a análise nos espaços referentes a Fragilidade dos Solos e da Susceptibilidade à Erosão, foram sinteticamente colocadas as interpretações relativas ao comportamento destes solos e rochas, mesmo que fatores intervenientes, tais como cobertura vegetal, uso do solo, declividade, desenvolvimento do regolito, etc. possam trazer um contingenciamento mais amplo aos comportamentos esperados.

Tabela 26: Síntese Interpretativa sobre comportamento destes solos e rochas.

UNIDADE DE GESTÃO 1 – UG1					
Unidade Geológica		Litologia	Unidade Geomorfológica	Susceptibilidade à Erosão	Fragilidade dos Solos
Depósitos Aluvionares		Areia; silte; argila; cascalho	Acumulação Fluvial	Baixa a Média	Fraca a Moderada
Grupo Passa Dois	Formação Teresina	Argilitos; folhelhos; siltitos	Patamar de Mafra	Média a Alta	Moderada a Forte
UNIDADE DE GESTÃO 2 – UG2					
Depósitos Aluvionares		Areia; silte; argila; cascalho	Acumulação Fluvial	Baixa a Média	Fraca a Moderada
Supergrupo Tubarão	Formação Botucatu	Arenitos	Patamar de Mafra	Baixa	Fraca a Moderada
Grupo Passa Dois	Formação Rio do Rasto	Pelitos; arenitos ; siltitos	Patamar de Mafra	Baixa a Média	Fraca a Forte
	Formação Serra Alta	Folhelhos; argilitos; siltitos	Patamar de Mafra	Média a Alta	Fraca a Forte
UNIDADE DE GESTÃO 3 – UG3					
Depósitos Aluvionares		Areia; silte; argila; cascalho	Acumulação Fluvial	Baixa a Média	Fraca a Moderada
Grupo Passa Dois	Formação Serra Alta	Pelitos; arenitos ; siltitos	Patamar de Mafra	Média a Alta	Fraca a Forte
	Formação Irati	Folhelhos; argilitos; siltitos	Patamar de Mafra	Baixa a Alta	Fraca a Forte
Grupo Guatá	Formação Palermo	Siltito; arenito; folhelho		Baixa a Alta	Fraca a Forte
UNIDADE DE GESTÃO 4 – UG4					
Depósitos Aluvionares		Areia; silte; argila; cascalho	Acumulação Fluvial	Baixa a Média	Fraca a Moderada
Grupo Passa Dois	Formação Serra Alta	Pelitos; arenitos ; siltitos	Patamar de Mafra	Baixa a Alta	Fraca a Forte
Grupo Guatá	Formação Rio Bonito	Arenitos; siltitos; argilitos; folhelhos; carvão	Patamar de Mafra	Baixa a Média	Fraca a Forte
UNIDADE DE GESTÃO 5 – UG5					
Depósitos Aluvionares		Areia; silte; argila; cascalho	Acumulação Fluvial	Baixa a Média	Fraca a Moderada
Grupo Guatá	Formação Rio Bonito	Arenitos; siltitos; argilitos; folhelhos; carvão	Patamar de Mafra	Baixa a Média	Fraca a Forte
Grupo Itararé	Formação Taciba	Arenitos; folhelhos; siltitos; conglomerados	Patamar de Mafra	Baixa a Alta	Fraca a Forte
	Membro Rio do Sul	Folhelhos; arenitos; siltitos; ritmitos; varvitos	Patamar de Mafra	Baixa a Alta	Fraca a Forte
UNIDADE DE GESTÃO 6 – UG6					
Grupo Guatá	Formação Rio Bonito	Arenitos; siltitos; argilitos; folhelhos; carvão	Patamar de Mafra	Baixa a Média	Fraca a Forte
Grupo Itararé	Formação Taciba	Arenitos; folhelhos; siltitos; conglomerados	Patamar de Mafra	Baixa a Alta	Fraca a Forte
	Membro Rio do Sul	Folhelhos; arenitos; siltitos; ritmitos; varvitos	Patamar de Mafra	Baixa a Alta	Fraca a Forte
UNIDADE DE GESTÃO 7 – UG7					
Grupo Guatá	Formação Rio Bonito	Arenitos; siltitos; argilitos; folhelhos; carvão	Patamar de Mafra	Baixa a Média	Fraca a Forte

Grupo Itararé	Formação Taciba		Arenitos; folhelhos; siltitos; conglomerados	Patamar de Mafra	Baixa a Alta	Fraca a Forte
	Membro Rio do Sul		Folhelhos; arenitos; siltitos; ritmitos; varvitos	Patamar de Mafra	Baixa a Alta	Fraca a Forte
UNIDADE DE GESTÃO 8 – UG8						
Depósitos Aluvionares			Areia; silte; argila; cascalho	Acumulação Fluvial	Baixa a Média	Fraca a Moderada
Magmatismo Alcalino Subsaturado	Intrusivas Alcalinas		Aegirina sienito; nefelina sienito	Planalto de São Bento do Sul	Baixa	Moderada a Forte
Supergrupo Tubarão	Grupo Serra Geral		Basaltos; andesitos; riocacitos; riolitos	Patamar de Mafra	Baixa a Média	Fraca a Moderada
Grupo Itararé	Formação Taciba		Arenitos; folhelhos; siltitos; conglomerados	Patamar de Mafra	Baixa a Alta	Fraca a Forte
Coberturas Vulcanossedimentares Tipo Foreland	Formação Rio Turvo	Litofácies de Riolito	Riolitos; ignimbritos; tufos ácidos	Planalto de São Bento do Sul	Baixa a Alta	Fraca a Forte
		Litofácies de Pelito	Pelitos; siltitos; ignimbritos; lavas félsicas	Planalto de São Bento do Sul	Baixa a Alta	Fraca a Forte
	Formação Campo Alegre	Litofácies Brecha Vulcânica	Brechas Piroclásticas	Planalto de São Bento do Sul	Baixa a Alta	Fraca a Forte
		Litofácies de Traquito	Traquitos; riolitos	Planalto de São Bento do Sul	Baixa a Alta	Fraca a Forte
		Litofácies de Ignimbrito	Ignimbritos; turbiditos	Planalto de São Bento do Sul	Baixa a Alta	Fraca a Forte
		Litofácies de Basalto	Basaltos; andesitos; traquitos	Planalto de São Bento do Sul	Baixa a Alta	Fraca a Forte
		Litofácies de Ritmito	Arenitos; siltitos; argilitos	Planalto de São Bento do Sul	Baixa a Alta	Fraca a Forte
	Formação Bateias	Litofácies de Arenito e Siltito	Arenitos; conglomerados; siltitos; argilitos	Planalto de São Bento do Sul	Baixa a Alta	Fraca a Forte
		Litofácies Conglomerática	Conglomerados	Planalto de São Bento do Sul	Baixa a Alta	Fraca a Forte
	Complexo Granulítico de Santa Catarina	Charnockito Postema		Metagrano	Planalto de São Bento do Sul	Baixa a Alta
Paragnaisses Granulíticos Luis Alves		Quartzitos; gnaisses	Planalto de São Bento do Sul	Baixa a Alta	Moderada a Forte	
Ortognaisses Granulíticos Luis Alves		Gnaisses	Planalto de São Bento do Sul	Baixa a Alta	Moderada a Forte	
Unidade Máfica-Ultramáfica Barra Velha		Piroxenitos; noritos; gabros	Planalto de São Bento do Sul	Baixa a Alta	Moderada a Forte	

4.2.5 Caracterização do Meio Biótico - Fauna

Todas informações que subsidiaram essa caracterização foram baseadas em dados obtidos em livros e artigos científicos, coleções científicas, bem como em estudos ambientais e inventários de fauna.

A fragmentação de habitats e o desmatamento são considerados os principais processos responsáveis pela perda da biodiversidade em florestas tropicais (Laurance&Bierregaard Jr., 1997; Laurance, 1999). Outro fator está relacionado com a introdução de espécies exóticas causando diminuição das populações faunística.

Os estudos realizados na região em questão, mostram que nas áreas ainda preservadas, há uma diversidade de representantes da fauna na região, principalmente nas áreas de Unidades de conservação (UCs) presente na região do município de Três Barras que pertence a bacia hidrográfica do Rio Canoinhas.

Os ambientes considerados nesse trabalho foram: Áreas Alagadas (Al), Áreas Abertas (Ab), Floresta em Estágio Inicial (Fi) e Floresta em Estágio Médio e Avançado (Fa).

O diagnóstico da ictiofauna atual de água doce baseou-se em três níveis de informação: registros de espécimes em coleções científicas, bibliografia e em algumas expedições de coleta de peixes já realizadas.

As espécies que ocorrem no Estado de Santa Catarina foram inventariadas a partir dos registros disponíveis na base de dados do Sistema Brasileiro de Informações sobre Biodiversidade de Peixes – SIBIP (<http://www.ufrj.br/museu/vertebra/sibip.htm>), no programa “An Inter-Institutional Database of Fish Biodiversity in the Neotropics – NEODAT” (www.neodat.org), no sistema de informação de dados primários de coleções científicas “Species Link” (www.splink.cria.org.br), na literatura científica atualizada e nas coletas científicas realizadas pelos autores até o momento.

Após o levantamento de todos os nomes de espécies citadas para as bacias hidrográficas do Estado, foi realizada uma pesquisa dos nomes válidos, não válidos e sinonímias para a finalização de uma lista atualizada das espécies válidas com ocorrência registrada na área de estudo com base em Reis et al. (2003), Buckup et al. (2007) e no

catálogo das espécies de peixes do mundo, disponível on-line (W. Eschmeyer; <http://www.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatsearch.html>).

O levantamento foi procedido nas bases de dados disponíveis até Junho de 2007.

A vulnerabilidade das espécies registradas foi analisada com base na lista da fauna brasileira ameaçada de extinção (MACHADO et al., 2005).

Também foi considerado o endemismo das espécies com base na área de distribuição para cada espécie registrada na literatura específica.

4.2.5.1 Peixes

Entre as espécies da região neotropical destaca-se o marcante predomínio de *Otophysi* (cerca de 90%), que compreendem duas ordens importantes, *Characiformes* e *Siluriformes*, ao contrário de outras zonas zoogeográficas da Terra, onde os *ciprinídeos* (carpas) são predominantes.




No Planalto Norte de Santa Catarina, o conhecimento da ictiofauna é limitado e está baseado principalmente nas espécies biru (*Steindachnerina brevipinna*), os cascudos (*Hypostomus* sp.), os lambaris (*Astyanax* spp. e *Bryconamericus* spp.), o mandi (*Pimelodus* sp.), as joaninhas (*Crenicichla* spp.) e o peixe-cachorro (*Oligosarcus* spp.), **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

A construção de barragens e a conseqüente formação de reservatórios provocam grandes alterações no ambiente aquático. Daí a necessidade de se realizar estudos das repercussões ecológicas do barramento de rios, tendo em vista a utilização múltipla das represas e as medidas de conservação da flora e fauna nos respectivos sistemas hidrográficos.

4.2.5.2 Anfíbios








Este trabalho reúne informações baseadas na literatura, buscando minimizar a escassez de informações sobre os anfíbios ocorrentes no Planalto Norte do Estado de Santa Catarina, além de subsidiar futuras ações para a preservação de suas populações.

Publicações ilustradas a maior incidência de três espécies:

		
Figura 52 - Hyalinobatrachium uranoscopum (perereca-de- vidro)	Figura 53 - Phyllomedusa tetraploidea (perereca-das- folhas)	Figura 54 - Leptodactylus plaumanni (rã).





4.2.5.3 Répteis

Devido à grande fragmentação das áreas florestadas no norte e oeste catarinense, muitas espécies podem estar com populações reduzidas ou não serem mais encontradas na região, principalmente aquelas associadas a ambientes florestais. Inventários faunísticos nesta região são imprescindíveis para que planos de conservação possam ser elaborados. Aqui, são apresentadas algumas espécies encontradas na região.

			
Figura 55 - Liophis miliaris (cobra-d'água), Spilotes pullatus (caninana, cobra-nova), Bothrops jararaca (jararaca) e Amphisbaena prunicolor (cobra-cega)			
			
Figura 56 - Phrynops hilarii (cágado)	Figura 57 - Anisolepis grilli (lagartixa-das-árvores)	Figura 58 - Tupinambis merianae (teiú)	

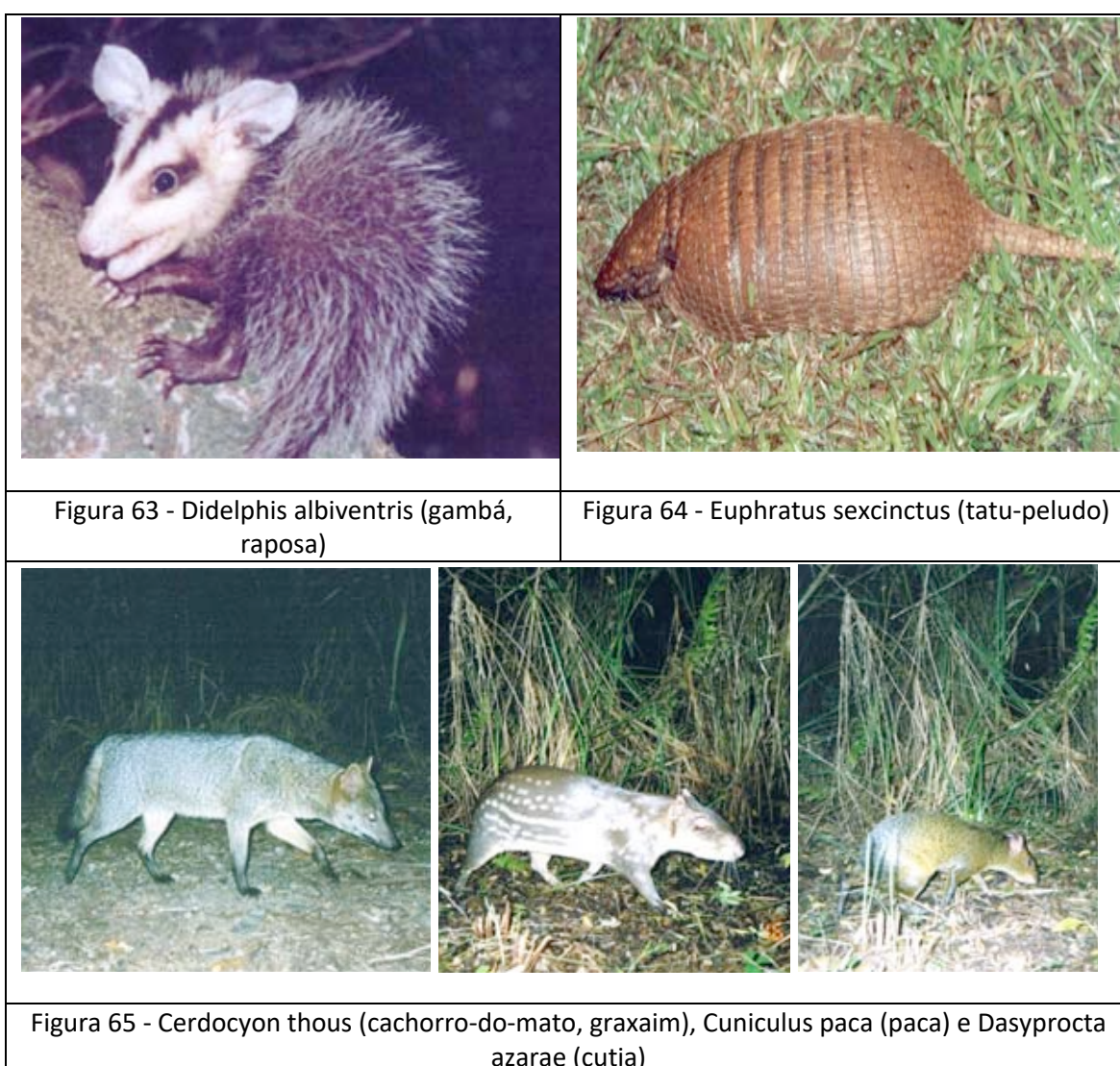
4.2.5.4 Aves

As aves são consideradas também excelentes bioindicadores, pois ocupam as mais variadas guildas alimentares e nichos ecológicos, podendo servir para avaliar o estado de conservação em que se encontra uma determinada área. Assim, qualquer alteração do ambiente onde as aves habitem sempre acaba, de uma forma ou de outra, por afetá-las. O Brasil possui 1.801 espécies de aves, representando cerca de 55% das espécies ocorrentes no continente americano e esse número vem crescendo. Seguem quatro espécies comuns na região em estudo:

	
Figura 59 - <i>Geotrygon montana</i> (Pariri)	Figura 60 - <i>Athene cunicularia</i> (coruja-do-campo)
	
Figura 61 - <i>Ramphastos dicolorus</i> (tucano-de-bico-verde)	Figura 62 - <i>Hemithraupis guira</i> (saíra-de-papo-preto)

4.2.5.5 Mamíferos

Os problemas ambientais, como desmatamento e fragmentação florestal, são particularmente graves no oeste de Santa Catarina. Nesta região, muito pouco é conhecido sobre a mastofauna, restringindo-se a registros de alguns exemplares depositados em coleção ou mencionados brevemente na literatura. Em função disto, a divulgação de resultados obtidos em estudos de avaliação ambiental torna-se de fundamental importância, principalmente no caso de estudos em longo prazo, que permitem uma amostragem mais adequada da mastofauna de uma região. Seguem algumas espécies registradas na região:



4.2.6 Caracterização do Meio Socioeconômico

O Relatório do Diagnóstico Socioeconômico atende ao Objetivo Específico de consolidar as informações e dados para caracterizar a dinâmica do meio socioeconômico da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro. Tem como escopo, as 08 (oito) Unidades de Gestão da Bacia e a dimensão socioeconômica da região, nos limites da qual se inserem, total ou, parcialmente, os 10 (dez) municípios da Bacia.

O trabalho compreende o levantamento e análise de um conjunto de informações e indicadores territoriais, demográficos, sociais, econômicos e, de infraestrutura de serviços básicos. Eles são apresentados considerando a delimitação das 8 (oito) Unidades de Gestão, a caracterização socioeconômica regional e a especificidade das condições socioeconômicas de cada um dos 10 (dez) municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, a saber: Canoinhas, Major Vieira, Papanduva, Monte Castelo, Três Barras, Itaiópolis, Mafra, Rio Negrinho, São Bento e Monte Alegre.

A Lei catarinense nº 10.949, de 09 nov.1998, instituiu para efeito do planejamento, gestão e gerenciamento dos recursos hídricos catarinenses, 10 (dez) Regiões Hidrográficas, conceituando-as como um conjunto de bacias hidrográficas que apresentem características físicas e hidrológicas semelhantes.

A Tabela 27 apresenta as Regiões Hidrográficas e suas respectivas áreas e representação percentual em termos do estado de Santa Catarina

Os dados mostram que a RH 5 Planalto de Canoinhas, tem uma significativa representação territorial, 11,45%, sendo a 3ª maior Região Hidrográfica do estado. Para efeitos desse Plano a RH5 recebeu a denominação de Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, em conformidade com a decisão do Comitê Gestor da Bacia

Tabela 27 - Regiões Hidrográficas do Estado de Santa Catarina

RH	Denominação da RH	ÁREA (Km²)	%
RH1	Extremo Oeste	6.015,57	6,31
RH2	Meio Oeste	10.784,23	11,32
RH3	Vale do Rio do Peixe	8.540,84	8,97
RH4	Planalto de Lages	22.247,79	23,35
RH5	Planalto de Canoinhas	10.907,27	11,45
RH6	Baixada Norte	5.215,74	5,48
RH7	Vale do Itajaí	15.310,03	16,07
RH8	Litoral Centro	5.299,35	5,56
RH9	Sul Catarinense	5.946,60	6,24
RH10	Extremo Sul Catarinense	4.992,54	5,24
Estado de SC		95.259,95	100,0

Para fins de planejamento e uso dos recursos hídricos das Bacias, seus territórios foram divididos em Unidades de Gestão, definidas por presença de aspectos hidrológicos homogêneos. Por esse critério a Bacia Hidrográfica do rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro ficou constituída por 08 (oito) Unidades de Gestão, conforme a Figura 66.

Município	Unidade de Gestão	Área total (km²) do Município	Área dentro da UG	% Área dentro da UG (km²)
Canoinhas	UG1	1140,82	165,96	15
			165,96	
Tres Barras	UG2	437,83	173,59	40
Papanduvás	UG2	764,67	92,48	12
Monte castelo	UG2	557,69	522,74	94
Major Vieira	UG2	524,86	485,71	93
Canoinhas	UG2	1140,82	162,20	14
			1768,64	
Tres Barras	UG3	437,83	161,45	37
			161,45	
Mafra	UG4	1403,77	226,62	16
Itaiópolis	UG4	1293,64	322,48	25
Tres Barras	UG4	437,83	99,84	23
Papanduvás	UG4	764,67	229,13	30
			878,07	
Mafra	UG5	1403,77	350,48	25
Itaiópolis	UG5	1293,64	14,79	1
			365,28	
Mafra	UG6	1403,77	668,41	48
Itaiópolis	UG6	1293,64	283,19	22
			951,60	
Rio Negrinho	UG7	907,71	696,31	77
Mafra	UG7	1403,77	148,29	11
Itaiópolis	UG7	1293,64	178,14	14
			1022,74	
Campo Alegre	UG8	499,40	467,31	94
São Bento do Sul	UG8	495,60	253,57	51
Rio Negrinho	UG8	907,71	208,90	23
			929,78	

4.2.6.1 Unidade de Gestão 1 – UG1

A UG1 tem apenas 01 (um) município da Bacia do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro no âmbito dos seus limites territoriais, sendo a segunda UG com

a menor área de extensão contida dos municípios da Bacia, ou seja, 165,96 ha. O município que integra a UG2 é Canoinhas, que tem 15% (quinze por cento) da sua área compondo a UG. Mas, esse território deve ser considerado em termos de demanda hídrica pois, nele se situa uma porção da área urbana do município. Canoinhas tem uma população urbana estimada pelo IBGE para 2017, de 39.273 habitantes. O acesso ao serviço de abastecimento de água atinge a mais de 96% da sua população, estando o atendimento por instalações de esgoto, acima de 60% da população.

São importantes na atividade econômica da UG1, empreendimentos ligados ao setor de serviços, com a presença de 1.559 estabelecimentos; às atividades agropecuárias, representadas pelo cultivo de fumo e soja e, pela suinocultura. A silvicultura, com plantio madeireiro, é uma atividade tradicional da região, junto com o plantio da erva-mate que vem perdendo destaque. Juntos os estabelecimentos agropecuários somam 2.916 unidades no município.

4.2.6.2 Unidade de Gestão – UG2

A UG2 conta com 05 (cinco) municípios da Bacia em sua composição: Três Barras que tem 40% da sua área na UG; Papanduvas com 12%; Monte Castelo com 94%; Major Vieira com 93% e Canoinhas com 14% da sua área na UG2.

É a UG que contém a maior soma de área dos municípios componentes da Bacia, com 1.436,72 ha de extensão territorial.

Nela situam-se os núcleos urbanos dos municípios de Monte Castelo, (4.992 habitantes) e, Major Vieira (3.173 habitantes), e a maior parte do perímetro urbano de Canoinhas, que é o segundo município mais populoso da Bacia, com uma população estimada para 2017, em 55.384 habitantes, sendo que 74,4%, ou seja, 39.273 estão na sua área urbana. Dessa forma, a população urbana presente na UG2 se aproxima de 50.000 residentes, que se constituem em reais demandantes de recursos hídricos pois, a cobertura do serviço de abastecimento de água já se aproxima da universalidade.

Um segmento que também tem representatividade em termos de pressão pelo uso da água na UG2 é a agricultura pelo plantio de fumo, soja e milho. A área ocupada pelas atividades agrícolas cresceu cerca de 5% nos últimos 20 (vinte) anos. Como em toda região,

a silvicultura também está presente, em função do cultivo madeira para os segmentos de móveis, papel e celulose.

4.2.6.3 Unidade de Gestão 3 – UG3

A UG3 é a menor Unidade de Gestão da Bacia com 161,45 ha de área. Apenas 01 (um) município da Bacia tem seu território nos limites territoriais da UG3, que é o município de Três Barras. Ele tem 37% da sua área na Unidade. Três Barras é o menor município, em extensão, de toda a Bacia do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, mas tem a quarta maior densidade demográfica entre os 10 (dez) que a compõe, com 47,43 hab/Km², vindo atrás apenas dos grandes polos da Bacia, constituídos pelos municípios de São Bento do Sul, Canoinhas e Rio Negrinho. Três Barras, pela forte presença de indústrias da área de celulose e papel apresenta o maior PIB Per Capita da região, R\$ 44.006,26 (IBGE, 2015). Aproximadamente, 63% dos valores da sua economia são gerados pela atividade industrial. Cabe destacar que 85% da sua população, ou seja, 16.229 habitantes residem na sua área urbana.

4.2.6.4 Unidade de Gestão 4 – UG4

Estão presentes na UG4, 4 (quatro) municípios da Bacia, a saber: Mafra com 16% da área na UG; Itaiópolis com 25%, Três Barras com 23% e, Papanduvás com 30% da sua área na UG. É a Unidade de Gestão que apresenta a menor soma de áreas urbanas da Bacia. Em contraponto, a atividade agrícola vem apresentando um crescimento significativo, ratificando as suas características rurais.

4.2.6.5 Unidade de Gestão 5 – UG5

Os municípios de Mafra, com 25% do seu território e Itaiópolis com 1% são os que têm áreas contidas nos limites da UG5. É uma Unidade com características de área, eminentemente, rurais. Apenas 0,06% do seu território é ocupado por espaços urbanos.

As áreas de florestas, somadas às áreas descobertas totalizam 68% das terras da UG5.

As atividades agrícolas ocorrem por meio das culturas de soja, milho, feijão e fumo. Há também produção de mel. Na atividade pecuária, a avicultura e a suinocultura também

estão presentes. Da mesma forma, a silvicultura, representada pela produção madeireira, seguindo uma característica regional, também se expressa na UG5.

4.2.6.6 Unidade de Gestão 6 - UG6

A Unidade tem nos seus limites áreas contidas dos municípios de Mafra, com 48% de sua área na UG e Itaiópolis, com 22%. Nela estão presentes uma porção significativa das áreas urbanas desses municípios. Cabe destacar que Mafra tem a terceira maior população urbana da Bacia, totalizando 55.914 hab (2017), ou seja, cerca de 80% dos seus habitantes. Esse percentual de urbanização vem sendo mantido durante as duas últimas décadas, consolidando o município como o polo de serviço da região do Planalto Norte de Santa Catarina, em grande parte, em função de ser um importante entroncamento rododiferroviário regional. O atendimento do serviço de abastecimento de água já atinge mais de 95% da população e, o de serviços de esgotamento sanitário, mais de 75%, constituindo um importante fator de demanda pelos recursos hídricos da Bacia.

A presença das áreas urbanas na UG6 leva também, a um impacto pelas atividades industriais que, especialmente em Mafra, tem uma presença expressiva. São 1537 estabelecimentos (2015), ficando apenas atrás do município de São Bento do Sul, nessa estatística. As atividades industriais representam 22,5% do PIB municipal (2015). O município possui um parque industrial diversificado, sendo o de maior importância, o da indústria madeireira. Além desta, estão presentes unidades industriais do setor cerâmico (revestimentos), curtumes, têxtil, metalúrgica, minerais não metálicos e alimentício

A UG6 apresenta também, demanda hídrica provocada pelas atividades agrícolas com os cultivos de soja, milho, feijão e fumo e, agropecuárias, especialmente, com a avicultura, suinocultura, e com rebanhos de gado leiteiro.

4.2.6.7 Unidade de Gestão 7 - UG7

A UG7 conta com 03 (três) municípios da Bacia em seus limites: Rio Negrinhos que tem 77% da sua área na UG; Mafra com 11%; e Itaiópolis com 14% da sua área na UG7.

É a UG que contém a segunda maior soma de área dos municípios componentes da Bacia, com 1.022,74 ha de extensão territorial. A territorialidades das áreas urbanas é

pouco representativa, totalizando apenas 0,28% da extensão territorial da UG7, por ser composta apenas pelo centro urbano de Rio Negrinho. Expressivas são as atividades ligadas à silvicultura. Elas já ocupam cerca de 26% de toda área da UG. A população da UG tem, praticamente, um nível universal de atendimento pelos serviços de abastecimento de água e, cerca de 80% da população com uso de instalações de esgoto.

4.2.6.8 Unidade de Gestão 8 – UG8

As características da UG8 são singulares em relação às demais UGs, presentes na Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro.

A presença dos núcleos urbanos de São Bento do Sul, Campo Alegre e parte de Rio Negrinho, compõem a maior concentração de população urbana da Bacia. Juntos os 03 municípios apresentam uma população de mais de 150.000 habitantes. São Bento do Sul tem a maior população dos municípios que integram a Bacia, com uma população estimada para 2017 em 82.142 habitantes com mais de 95% vivendo em áreas urbanas, ou seja, nos limites da UG8, assim como Rio Negrinho que está acima de 90% e mesmo, Campo Alegre que já tem a maioria da sua população 61% vivendo em áreas urbanas. Todos os municípios da UG8, tem atendimento universal pelos serviços de abastecimento de água e, cerca de 90% do total têm acesso às instalações de esgoto.

Os centros urbanos presentes na UG, tem uma forte representação do segmento industrial. Neles estão presentes grandes indústrias dos setores metalúrgicos, cerâmica de utilidades, têxtil e móveis, esse especialmente, que é responsável por uma participação expressiva de exportação do país, no segmento.

A urbanização e a industrialização da área da UG8 decorrem de um processo histórico que, com certeza, se revela tendencial em um cenário de futuro, constituindo uma especialização e uma singularidade no âmbito da Bacia.

Em contrapartida, o setor agrícola que chegou a ocupar mais de 20% da área, sofreu uma redução drástica, ocupando, atualmente, 6,5% do território da Bacia, com uma redução de aproximadamente, 15 ha.

4.2.6.9 Indicadores Socioeconomicos da Região

4.2.6.9.1 Aspectos Demográficos

A parcela da RH5 do Estado de Santa Catarina denominada Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, objeto deste Relatório de Diagnóstico compreende 10 municípios, totalizando uma população estimada pelo IBGE para o ano de 2017, de 322.646 habitantes. A Tabela seguir apresenta a dinâmica demográfica da Região no período de 2000 a 2017.

Tabela 29 – Dinâmica da População dos Municípios da Bacia

Municípios	2000	2010	Variação %		2017	Variação %	
			2000	2010		2010	2017
Canoinhas	51.616	52.765		2,2	54.384	3,1	5,4
Major Vieira	6.904	7.479		8,3	8.014	7,2	16,1
Papanduva	16.818	17.928		6,6	19.017	6,1	13,1
Monte Castelo	8.349	8.346		-3,6%	8.470	1,5	1,4
Três Barras	17.120	18.129		5,9	19.148	5,6	11,8
Itaiópolis	19.078	20.301		6,4	21.520	6,0	12,8
Mafra	49.945	52.912		5,9	55.914	5,7	12,0
Rio Negrinho	37.691	39.846		5,7	42.031	5,5	11,5
São Bento do Sul	65.375	74.798		14,4	82.137	9,8	25,6
Campo Alegre	11.613	11.748		1,2	12.011	2,2	3,4
Total	284.509	304.252		6,9	322.646	6,0	13,4

O número total da população da Região em 2017, representa 4,6% da população catarinense, estimada para 2017 em 7.001.161 habitantes. O estado é o décimo colocado no ranking nacional em termos de população conforme projeção do IBGE, para 2017, apresentada na Tabela 30.

Tabela 30 – Ranking Nacional dos Estados Brasileiros por População 2017

Posição ↕	Unidade federativa ↕	População ↕	% da pop. total ↕
1	 São Paulo	45 094 866	21,7%
2	 Minas Gerais	21 119 536	10,2%
3	 Rio de Janeiro	16 718 956	8,1%
4	 Bahia	15 344 447	7,4%
5	 Rio Grande do Sul	11 322 895	5,5%
6	 Paraná	11 320 892	5,5%
7	 Pernambuco	9 473 266	4,6%
8	 Ceará	9 020 460	4,4%
9	 Pará	8 366 628	4,0%
10	 Santa Catarina	7 001 161	3,4%

Os dados da Tabela 1 mostram que, os municípios que integram a parte da RH5 em estudo, são de pequeno porte, com dois deles, com população abaixo de 10.000 habitantes: Monte Castelo e Major Vieira, com 8.470 e 8014, respectivamente.

O Município de São Bento do Sul apresenta o maior contingente populacional somando 82.137 habitantes o que o coloca na 14ª posição do ranking estadual. Em seguida, aparecem os Municípios de Mafra e Canoinhas, com 55.914 e 54.384 habitantes, respectivamente.

Esse perfil do porte populacional dos Municípios da Região, enquadra-se na formação existente no estado que, dos 293 municípios existentes, tem apenas 12 municípios com mais de 100.000 habitantes, tendo Joinville o maior contingente populacional, com 569.645 pessoas. Do total, 37%, ou seja, 108 municipalidades catarinense, tem população de até 5.000 habitantes.

Entre o Censo de 2000 e as projeções de 2017 do IBGE, a Região apresentou um crescimento populacional da ordem de 13,4%, representando uma taxa média de 0,79% ao

ano de expansão. Para referência, a população do estado cresceu 30,7%, ou seja, 1,79% ao ano, ou seja, mais do que o dobro do apresentado pela Região.

Os dados apresentados mostram que no período compreendido entre os Censos de 2000 e 2010, a população total dos Municípios da Região, cresceu 6,9%, ou seja, um crescimento médio de 0,69% ao ano. Esse número é muito abaixo do crescimento populacional de Santa Catarina que foi de 16,6% no período, com a população catarinense crescendo de 5.356.360 para 6.248.436 habitantes, ou seja, 1,66% ao ano, quase três vezes o crescimento do número de habitantes da Região.

Mesmo considerando o crescimento da população brasileira, que foi de 12,3%, ou seja, 4,3% abaixo catarinense no período de 2000 a 2010, o crescimento regional representa apenas 50% do índice apresentado pelo crescimento nacional.

Tendo em conta o crescimento entre o último Censo de 2010 e, as projeções para 2017 realizadas pelo IBGE, os dados indicam que os Municípios da Região cresceram 6% no período, ou seja, 0,85 ao ano. Índice que aponta para uma maior dinâmica no processo demográfico, quando comparado ao período 2000 a 2010.

Entretanto, esses índices continuam muito distantes daqueles apresentados pelo estado, como um todo. Santa Catarina no período 2010 a 2017, segundo as projeções do IBGE, cresceu 12,04%, com sua população atingindo 7.001.161 um crescimento de 1,72% ao ano, ou seja, o dobro do apresentado pelos Municípios da Região.

A variação mais expressiva no contingente demográfico acontece no Município de São Bento do Sul com uma expansão de 25,6% de sua população. Os Municípios de Mafra e Rio Negrinho também apresentam uma situação positiva relevante (12,0 e 11,5%, respectivamente) pois, já partem de uma base nominal maior em relação aos demais integrantes da Bacia.

4.2.6.9.2 População Urbana e Rural

Em termos da divisão entre população urbana e rural, a Tabela 3 apresenta uma prevalência da população urbana com 253.554 habitantes, representando, em média, 78,6% da população total dos municípios da Região, índice abaixo do apresentado pelo

estado de Santa Catarina. De acordo com o censo demográfico, de 2010, 83,99% dos habitantes já viviam na zona urbana e os 16,1% restantes na zona rural.

Pode-se observar pelos dados da Tabela 31 que há uma considerável variação na divisão urbano/rural da Região. Os municípios de São Bento do Sul e Rio Negrinho são, eminentemente, urbanos em termos populacionais, com 95,2 e 91,2% das suas populações na área urbana. De outro lado, Major Vieira tem 60,4% da sua população na área rural, sendo o único com mais de 50% da sua população nessa condição, conforme dados projetados do IBGE para o ano de 2017 (IBGE, 2017).

A resultante desse processo predominante de urbanização dos municípios da Região é a necessidade de se criar serviços que consiga minorar o impacto da produção de lixo, esgoto e efluentes gerados que podem gerar impactos ambientais quando não manejados, tratados ou descartados adequadamente. Outrossim, há grande demanda de água para atendimento à população, sendo esta captada, fundamentalmente em rios (água superficial). Esta situação remete na necessidade de adequação dos Planos Municipais de Saneamento visando a redução de impactos ambientais, bem como o melhor uso das águas, reduzindo, com isso, possíveis conflitos pelo uso múltiplo dos recursos hídricos e incompatibilidade entre disponibilidade e demanda, podendo comprometer a gestão dos recursos hídricos em nível local.

Tabela 31- Dinâmica Populacional Municípios da RH, Total, Rural e Urbana.

Municípios	2000					2010					2017				
	Urbana	%	Rural	%	Total	Urbana	%	Rural	%	Total	Urbana	%	Rural	%	Total
Canoinhas	37.899	73,4	13.717	26,6	51.616	39.273	74,4	13.492	25,5	52.765	40.474	74,4	13.910	25,6	54.384
Major Vieira	2.196	31,8	4.708	68,2	6.904	2.961	39,6	4.518	60,4	7.479	3.173	39,6	4.841	60,4	8.014
Papanduva	7.952	47,3	8.866	52,7	16.818	9.184	51,2	8.744	48,7	17.928	9.741	51,2	9.276	48,8	19.017
Monte Castelo	4.572	54,8	3.777	45,2	8.349	4.849	58,1	3.497	41,9	8.346	4.922	58,1	3.548	41,9	8.470
Três Barras	14.226	83,1	2.894	16,9	17.120	15.365	84,8	2.764	15,2	18.129	16.229	84,8	2.919	15,2	19.148
Itainópolis	8.752	45,9	10.326	54,1	19.078	10.737	52,9	9.564	47,1	20.301	11.379	52,9	10.141	47,1	21.520
Mafra	37.715	75,5	12.230	24,5	49.945	41.318	78,1	11.594	21,9	52.912	43.675	78,1	12.239	21,9	55.914
Rio Negrinho	32.636	86,6	5.055	13,4	37.691	36.348	91,2	3.498	8,7	39.846	38.342	91,2	3.689	8,8	42.031
São Bento do Sul	61.794	94,5	3.581	5,5	65.375	71.234	95,2		4,7	74.798	78.220	95,2	3.917	4,8	82.137
Campo Alegre	6.859	59,1	4.754	40,9	11.613	7.237	61,6	4.511	38,4	11.748	7.399	61,6	4.612	38,4	12.011
Total	214.601	75,4	69.908	24,6	284.509	238.506	78,4	65.746	21,6	304.252	253.554	78,6	69.092	21,4	322.646

Fonte: IBGE Censo Demográfico (2000); IBGE Censo Demográfico (2010); IBGE Projeções do Censo Demográfico (2017).

Fato relevante na dinâmica demográfica dos Municípios da Região da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, no período considerado é que ela se deve, exclusivamente, ao processo de crescimento da população urbana.

Entre os Censos de 2000 e 2017, ela apresentou uma expansão de 18,2%, com um crescimento médio de 1,07% ao ano. Esse crescimento, visto entre o Censos de 2000 e 2010 foi de 11,1%, ou seja, 1,11% em média, ao ano.

De 2010 até a projeção populacional de 2017, o crescimento foi de 10,6% com uma representação anual média de 0,9%. Tem-se assim que, está havendo uma diminuição no ritmo de expansão populacional das áreas urbanas da Região.

Como citado, a expansão demográfica dos Municípios da Região deve-se ao processo de urbanização pois, a população rural decresceu 1,2% entre 2000 e 2017. Esse não é um fenômeno isolado pois, o decréscimo da população rural do estado de Santa Catarina, no período de 2000 a 2010 foi da ordem de 12,1%, em contraponto a um crescimento de 24,4% da população urbana.

4.2.6.9.3 Densidade Demográfica

A Densidade Demográfica dos Municípios da Região da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Bacias Hidrográficas, apresentada na Tabela 32, mostra que há uma grande variação desse indicador no âmbito da Região.

Tabela 32 – Densidade Demográfica dos Municípios da Região

Municípios Indicadores	Canoinhas	Major Vieira	Papanduvas	Monte Castelo	Três Barras	Itaiópolis	Mafra	Rio Negrinho	São Bento do Sul	Campo Alegre	Total
Área Km ²	1140,39	525,50	777,31	573,59	437,56	1295,31	1404,18	908,39	501,63	496,14	8.060,00
População Censo 2010	52.765	7.479	17.928	8.346	18.129	20.301	52.912	39.846	74.801	11.748	304.255
Densidade Demográfica 2010	46,27	14,23	23,06	14,55	41,43	15,67	37,68	43,86	149,12	23,68	37,75
População Estimada 2017	54.403	8.015	19.015	8.471	19.146	21.506	55.907	42.029	82.142	12.012	322.646
Densidade Demográfica 2017	47,7	15,25	24,46	14,77	43,76	16,60	39,81	46,27	163,75	24,21	40,03
Varição Densidade 2010 a 2017	3,1	7,2	6,1	1,5	5,6	5,9	5,7	5,5	9,8	2,2	6,0

Em um extremo na Região está o Município de São Bento do Sul com 163,75 habitantes por Km². Um número expressivo quando se considera que a Densidade Média do estado de Santa Catarina é de 74,13 hab/Km². O Município apresentou no período de 2000 a 2017 um crescimento de 10%, praticamente, o dobro do apresentado pelo conjunto dos Municípios da Região.

Os Municípios e Canoinhas, Rio Negrinho e Três Barras apresentam densidade acima de 40 hab/Km² (47,7; 46,27 e 43,76 respectivamente). No outro lado temos o Município de Monte Castelo com uma densidade de 14,77 Hab/Km² e, que apresentou uma expansão nos últimos 17 anos (2000 a 2017) de apenas 1,5%.

4.2.6.9.4 Gênero

A análise da população por Gênero, mostrada na Tabela 33, revela que há um equilíbrio na divisão entre homens e mulheres nos Municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro.

Este é um indicador que revela que o processo econômico dos Municípios não tem gerado um êxodo apenas masculino, muito frequente em regiões de baixo desenvolvimento. Os dados apontam que o movimento migratório se expressa para todos os gêneros de forma igualitária.

Tabela 33– População por Gênero na Região

Municípios Indicadores	Canoinhas	Major Vieira	Papanduvas	Monte Castelo	Três Barras	Itaiópolis	Mafra	Rio Negrinho	São Bento do Sul	Campo Alegre	Total
População Estimada 2017	54.403	8.015	19.015	8.471	19.146	21.506	55.907	42.029	82.142	12.012	322.646
População Censo 2010	52.765	7.479	17.928	8.346	18.129	20.301	52.912	39.846	74.801	11.748	304.255
Homens	26.044,0	3.799	9.172	4.283	9.057	10.409	26.251	19.977	37.239	5.970	152.201
Mulheres	26.721,0	3.680	8.756	4.063	9.072	9.892	26.661	19.869	37.562	5.778	152.054
Homens %	49,4	50,8	51,2	51,3	50,0	51,3	49,6	50,1	49,8	50,8	50,02
Mulheres %	50,6	49,2	48,8	48,7	50,0	48,7	50,4	49,9	50,2	49,2	49,98

Fonte: Adaptado de IBGE Censos (2010 e 2017).

Observa-se que, mesmo nos Municípios com forte participação da população rural em sua composição, como os Municípios de Major Vieira (60,4%), Itaiópolis (47,1%) e Monte Castelo (41,9%), os números permanecem equilibrados.

Os dados não diferem daqueles referentes ao estado de Santa Catarina. A distribuição populacional por gênero, segundo dados do IBGE extraídos do Censo Populacional de 2010, apontou que, os homens representavam 49,6% da população e as mulheres, 50,4% da população catarinense.

Esses números, segundo o IBGE (2017) indicam que o número de mulheres do Estado estava abaixo da média nacional em 0,6% e o de homens, 0,6% acima.

4.2.6.9.5 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM

Os índices de Desenvolvimento Humano dos Municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro estão apresentados na Tabela 34.

Tabela 34 - IDH dos Municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro

Município	Canoinhas	Major Vieira	Papanduvas	Monte Castelo	Três Barras	Itaiópolis	Mafra	Rio Negrinho	São Bento do Sul	Campo Alegre
IDH-M 2000	0,64	0,582	0,564	0,571	0,598	0,562	0,652	0,616	0,679	0,582
IDH-M 2010	0,757	0,690	0,704	0,675	0,706	0,708	0,777	0,738	0,782	0,714
% Variação IDH-M	18,2	18,56	24,82	18,25	18,06	25,98	19,17	19,81	15,17	22,68

Fonte: PNUD (2014)

A análise dos índices mostra que todos os Municípios da Região apresentaram evolução do seu IDHM no período de 2000 a 2010. Destaque para Itaiópolis, Papanduva e Campo Alegre que cresceram acima de 20% no período (25,98, 24,82 e 22,68 respectivamente), ou seja, um crescimento médio acima de 2 p.p. ao ano.

O Município que apresenta o maior IDHM é o de São Bento do Sul (0,782) já muito próximo da classificação de Muito Alto e, que ocupa a posição de 25º colocado no estado. No outro extremo temos o Município de Monte Castelo com um índice de 0,675, ocupando a posição de 264º colocado no total de 293 municípios catarinenses.

Os dados revelam que, 08 dos 10 municípios estão na classificação de IDHM considerado como Alto e 02 deles como de Médio desenvolvimento.

Com os dados disponíveis não se tem Município na faixa de Muito Alto, ou seja, igual ou acima de 0,800.

Em síntese, se no período de 2010 a 2018, ano de desenvolvimento deste trabalho, os índices continuaram a crescer em níveis próximos ao do período 2000 a 2010 (o menor índice médio foi de São Bento do Sul com 1,52% ao ano), todos os Municípios da Região deverão estar na classificação de Alto ou Muito Alto IDHM.

4.2.6.9.6 Economia

4.2.6.9.6.1 Produto Interno Bruto – PIB

A dinâmica do Produto Interno Bruto de cada um dos Municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, no período de 2010 a 2015 está representada na Tabela 35.

Tabela 35 – Dinâmica do PIB no Período de 2010 a 2015 dos Municípios da Região

Produto Interno Bruto - PIB							
Municípios	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2014/2015
Canoinhas	974.110,82	1.097.563,06	1.180.551,94	1.340.973,47	1.437.867,65	1.456.791,14	1,32
Major Vieira	106.523,52	108.831,56	121.527,24	163.926,17	185.158,67	172.777,60	-6,69
Papanduva	376.265,32	376.140,08	431.742,22	834.039,99	451.506,22	444.947,89	-1,45
Monte Castelo	121.657,85	130.549,88	140.929,76	158.996,04	178.007,85	172.090,12	-3,32
Três Barras	394.923,34	470.189,68	589.014,58	694.216,56	889.662,75	833.698,59	-6,29
Itaiópolis	359.581,33	499.365,52	485.061,05	545.055,01	666.254,43	673.545,86	1,09
Mafra	1.004.821,11	1.063.229,95	1.172.177,38	1.239.765,40	1.444.660,73	1.360.534,89	-5,82
Rio Negrinho	656.702,78	739.125,57	793.039,19	878.345,97	971.602,98	996.921,01	2,61
São Bento do Sul	1.892.010,78	2.268.982,56	2.488.111,11	2.696.943,43	3.129.774,15	2.875.186,13	-8,13
Campo Alegre	198.051,72	263.922,56	236.918,47	277.845,97	356.805,00	342.858,30	-3,91
Total	6.084.648,57	7.017.900,42	7.639.072,94	8.830.108,01	9.711.300,43	9.329.351,53	-3,93

Fonte: SPG/SC (2016), IBGE (2016)

Em 2015, os valores dos PIB dos Municípios da Região somaram R\$ 9.558.390.000,00 o que representou 3,74% do PIB Catarinense do exercício.

Em 2014 a contribuição do PIB dos Municípios da Região foi de 4,0% para a formação do PIB catarinense.

Os dados da Tabela 9 mostram que de 2010 a 2014 houve um crescimento das riquezas geradas na Região, entretanto, esse movimento se reverte de 2014 para 2015 com sete dos 10 municípios tendo decréscimo em seus números.

A soma dos PIBs municipais entre 2014 e 2015 teve um decréscimo de cerca de 4%, ou seja, um recuo de R\$ 382 milhões.

O Município com maior perda percentual foi São Bento do Sul com 8,13% negativos. Por se tratar da maior economia da Região o impacto nominal também foi o mais elevado. O Município deixou de gerar cerca de R\$ 255 milhões.

Percentualmente, em seguida as maiores perdas foram de Major Vieira, Três Barras e Mafra: -6,69; -6,29 e -5,82%, respectivamente

Somente Canoinhas, Itaiópolis e Rio Negrinho ficaram fora desse processo de retração econômica.

4.2.6.9.6.2 PIB per Capita

Os Municípios da Região da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, experimentaram dinâmicas bem distintas no período de 2010 a 2015, no que tange ao PIB PER CAPITA, havendo descontinuidade em seu processo de expansão.

De 2010 a 2014 o crescimento foi contínuo, mas em 2015, sete dos dez municípios tiveram decréscimo no indicador. Apenas os Municípios de Itaiópolis, Canoinhas, e Rio Negrinho não tiveram queda em seus índices de 2014 para 2015. Eles cresceram 78,96; 45,65 e 45,41% respectivamente.

Esses dados estão na Tabela 08 que apresenta a dinâmica do PIB PER CAPITA de cada um deles no período de 2010 a 2015.

No conjunto dos Municípios, apesar da quebra do movimento de crescimento, houve uma expansão significativa em todas as unidades municipais.

Em termos percentuais destaca-se o Município de Três Barras que dobrou o seu índice no período, crescendo 102,3%. Seguem-se a êle, os Municípios de Itaiópolis, Três Barras e Major Vieira que cresceram 78,96; 69,59 e 53,57%, respectivamente.

Tabela 36 – Dinâmica do PIB PER CAPITA no Período de 2010 a 2015 dos Municípios da Região

Municípios	PIB PER CAPITA						% 2010 a 2015
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Canoinhas	18.457,81	20.766,33	22.301,07	24.847,11	26.588,28	26.884,02	45,65
Major Vieira	14.243,02	14.466,51	16.062,28	21.064,79	23.614,16	21.873,35	53,57
Papanduva	20.984,07	20.881,59	23.858,43	44.918,14	24.169,27	23.676,26	12,83
Monte Castelo	14.573,29	15.642,21	16.885,91	18.753,96	21.001,40	20.305,62	39,33
Três Barras	21.781,66	25.824,67	32.220,04	37.044,64	47.214,50	44.006,26	102,03
Itaiópolis	17.700,29	24.484,70	23.678,84	25.936,47	31.517,78	31.676,90	78,96
Maфра	18.987,55	20.007,71	21.966,93	22.661,50	26.260,83	24.597,02	29,54
Rio Negrinho	16.479,78	18.473,06	19.742,57	21.336,17	23.476,61	23.963,30	45,41
São Bento do Sul	25.295,28	30.044,79	32.645,95	34.139,39	39.136,36	35.524,19	40,44
Campo Alegre	16.858,34	22.448,12	20.135,85	23.207,98	29.778,42	28.590,59	69,59

Fonte: SPG/SC (2016), IBGE (2016).

No outro extremo, temos o Município de Papanduva que cresceu apenas 12,83% e Maфра, que é um dos polos da Região, que teve crescimento de apenas 29,54%.

4.2.6.9.6.3 Emprego e Renda

A Tabela 37 apresenta os estabelecimentos dos setores de indústria, agropecuária e serviços dos Municípios da Bacia, com o o setor agropecuário sendo responsável por cerca de 47% do número de estabelecimentos.

Tabela 37 - Estabelecimentos por Setor Econômico dos Municípios da Região

Municípios	Canoinhas	Major Vieira	Papanduva	Monte Castelo	Três Barras	Itaiópolis	Maфра	Rio Negrinho	São Bento do Sul	Campo Alegre	Total
Total Estabelecimentos	5.806	1.402	1.767	651	967	3.200	5.012	2.399	4.669	1.034	26.907
Indústria	1.331	132	81	157	318	82	1537	1262	1767	188	6.855
Agropecuária	2.916	1112	1189	458	393	2615	1938	824	476	658	12.579
Serviços	1.559	158	497	36	256	503	1537	313	2426	188	7.473

Fonte: IBGE, Sidra (2017); FIESC (2017).

A Tabela 38 apresenta os empregos por setores econômicos dos Municípios da Bacia com o setor de serviços representando 46,1% do total.

Tabela 38 – Empregos por Setor Econômico dos Municípios da Região

Municípios	Canoinhas	Major Vieira	Papanduva	Monte Castelo	Três Barras	Itaiópolis	Mafra	Rio Negrinho	São Bento do Sul	Campo Alegre	Total
Total Empregos	26.494	4.189	7.701	2.608	7.779	11.022	21.632	19.133	42.320	4.015	146.893
Indústria	8.171	624	1.082	866	4.875	829	4.020	11.362	13.291	1.138	46.258
Agropecuária	7.018	2.839	3.099	1.560	939	6.306	5.664	2.393	1.295	1.739	32.852
Serviços	11.305	726	3.520	182	1.965	3.887	11.948	5.378	27.734	1.138	67.783

Fonte: IBGE, Sidra (2017); FIESC (2017).

A Tabela 39 apresenta os empregos por gênero e sua distribuição pelos setores econômicos.

Os dados mostram um equilíbrio na distribuição do emprego por gênero, com leve preponderância do masculino que é responsável por 56,1% dos postos de trabalho.

Tabela 39 – Empregos por Setor Econômico e Gênero nos Municípios da Região

Municípios	Canoinhas	Major Vieira	Papanduva	Monte Castelo	Três Barras	Itaiópolis	Mafra	Rio Negrinho	São Bento do Sul	Campo Alegre	Total
Total Empregos Femininos	13.263,4	2.168,7	2.554,1	1.151,1	2.248,0	5.032,0	8.563,9	6.454,9	20.321,5	1.880,0	63.638
Total Empregos Masculinos	13.230,6	2.020,3	5.146,9	1.457,0	5.525,4	5.990,0	13.068,1	11.064,7	21.998,5	2.135,0	81.636
% Femininos Indústria	53,0	47,4	35,8	43,6	27,7	45,4	35,2	43,4	52,6	48,5	43,3
% Masculino Indústria	47,0	52,6	64,2	56,4	72,3	54,6	64,8	56,6	47,4	51,5	56,7
% Femininos Agropecuária	55,6	54,9	26,3	46,7	5,4	47,2	33,4	44,8	52,8	48,1	41,5
% Masculino Agropecuária	44,4	45,1	73,7	53,3	94,0	52,8	66,6	55,2	47,2	51,9	58,4
% Femininos Serviços	44,5	43,3	38,4	24,7	43,1	43,2	44,0	8,4	45,6	43,2	37,8
% Masculino Serviços	55,5	56,7	61,6	75,3	56,9	56,8	56,0	61,6	54,4	56,8	59,2

Fonte: IBGE, Sidra (2017); FIESC (2017).

A Tabela 40 apresenta o valor da remuneração por setor econômico nos Municípios.

Tabela 40 – Remuneração por Setor Econômico nos Municípios da Região

Municípios	Canoinhas	Major Vieira	Papanduva	Monte Castelo	Três Barras	Itaiópolis	Mafra	Rio Negrinho	São Bento do Sul	Campo Alegre	Total
Remuneração Média Indústria	1.937,00	1.878,00	1.345,00	1.464,00	2.660,00	1.862,00	1.885,00	1.827,00	1.767,00	1.859,00	1.848,40
Remuneração Média Agropecuária	1.953,00	2.007,00	1.479,00	1.503,00	3.990,00	1.658,00	1.860,00	1.824,00	1.742,00	1.830,00	1.984,60
Remuneração Média Serviços	1.960,00	1.824,00	1.700,00	1.378,00	2.478,00	1.722,00	2.038,00	1.702,00	2.426,00	1.819,00	1.904,70

Fonte: IBGE, Sidra (2017); FIESC (2017).

4.2.6.9.6.4 SERVIÇOS

A Tabela 41 apresenta o grau de atendimento da população pelos serviços de água, luz e lixo. Os dados revelam que, desde 2010, há uma universalização na região. O avanço na disponibilização dos serviços foi muito expressivo entre 1991 e 2010. A média do índice de cobertura do conjunto de serviços em 1991 era de 76,80%, passando para 91,21% em 2000, alcançando em 2010, 97,60% da população dos 10 municípios.

Tabela 41 – Percentual da População atendida por Serviços – Água, Luz, Lixo

Municípios	Período		
Canoinhas	1991	2000	2010
% da população em domicílios com água encanada	73,35	89,75	96,07
% da população em domicílios com energia elétrica	89,29	96,95	99,37
% da população em domicílios com coleta de lixo	88,57	95,26	98,81
Major Vieira			
% da população em domicílios com água encanada	40,60	67,19	95,84
% da população em domicílios com energia elétrica	60,80	90,44	98,23
% da população em domicílios com coleta de lixo	61,87	94,78	97,07
Papanduva			
% da população em domicílios com água encanada	49,88	76,82	95,61
% da população em domicílios com energia elétrica	75,00	93,61	99,22
% da população em domicílios com coleta de lixo	75,11	92,47	97,03
Monte Castelo			
% da população em domicílios com água encanada	46,54	72,87	95,51
% da população em domicílios com energia elétrica	66,64	93,87	98,95
% da população em domicílios com coleta de lixo	57,66	84,24	96,62
Três Barras			
% da população em domicílios com água encanada	67,60	68,12	95,87
% da população em domicílios com energia elétrica	87,32	97,53	99,27
% da população em domicílios com coleta de lixo	85,94	96,16	99,35
Itaiópolis			
% da população em domicílios com água encanada	64,34	84,93	93,43
% da população em domicílios com energia elétrica	78,60	92,29	95,52
% da população em domicílios com coleta de lixo	60,90	89,19	98,86
Mafra			
% da população em domicílios com água encanada	77,87	92,62	95,52
% da população em domicílios com energia elétrica	90,89	98,06	99,68
% da população em domicílios com coleta de lixo	81,43	95,20	96,73
Rio Negrinho			
% da população em domicílios com água encanada	91,72	96,18	97,83
% da população em domicílios com energia elétrica	95,82	98,56	99,39
% da população em domicílios com coleta de lixo	93,10	97,72	99,91
São Bento do Sul			
% da população em domicílios com água encanada	93,58	98,18	98,79
% da população em domicílios com energia elétrica	98,41	99,31	99,95
% da população em domicílios com coleta de lixo	91,60	99,04	99,90
Campo Alegre			
% da população em domicílios com água encanada	79,61	90,69	90,15
% da população em domicílios com energia elétrica	94,16	97,89	99,95
% da população em domicílios com coleta de lixo	85,74	96,29	99,51

Fonte: PNUD, IPEA e FJP (2013).

A Tabela 42 apresenta situação percentual da população atendida por serviço de rede de esgoto sanitário nos Municípios da Região em 2010.

Tabela 42 - População atendida por serviço de rede de esgoto sanitário nos Municípios da Região em 2010.

Municípios	Canoinhas	Major Vieira	Papanduva	Monte Castelo	Três Barras	Itaiópolis	Mafra	Rio Negrinho	São Bento do Sul	Campo Alegre	Total
% da População atendida por Rede de Esgoto	61,5	36,7	67,2	42,7	67,5	49,1	74,9	79,2	94,8	90,0	66,36

Fonte: IBGE (2010)

A apresentação em destaque do Serviço de Esgotamento Sanitário visa mostrar a grande defasagem que ele apresenta em relação aos demais serviços urbanos de água, luz e lixo.

Com certeza são números muito aquém e, situações, muito díspares, em termos de atendimento pelos Municípios que formam a Região da Bacia em foco

4.3 ESTUDOS HIDROLÓGICOS E VERIFICAÇÃO DAS VAZÕES EXTREMAS

4.3.1 Análise da rede de monitoramento quali-quantitativo

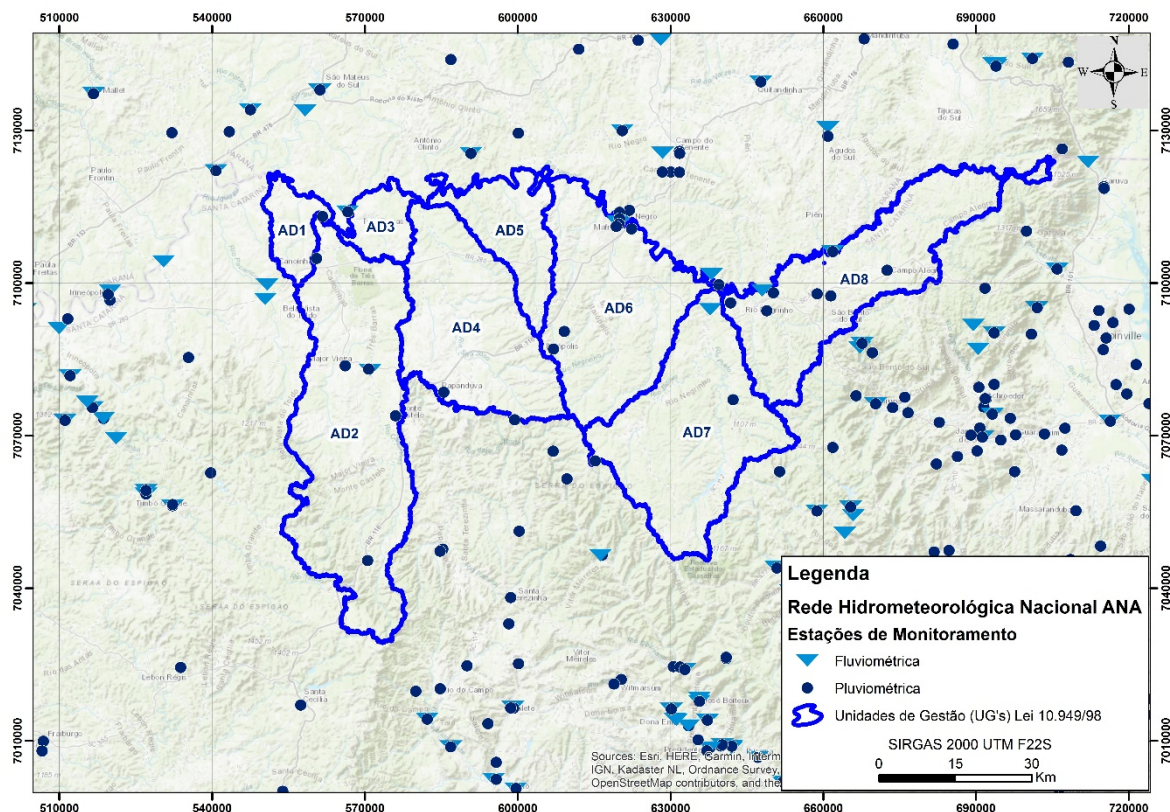
Para que se possa realizar a avaliação das disponibilidades quali-quantitativas da bacia hidrográfica, é necessário que se disponha de uma rede de monitoramento hidrometeorológico e de qualidade, com série histórica de dados disponível.

As redes de monitoramento, via de regra, são compostas por estações pluviométricas, fluviométricas e em menor expressão, de qualidade de água. Estas estações reúnem um conjunto de dados sobre cotas, precipitações, vazões, evaporação, perfil do rio, qualidade e sedimentos, justamente por isso, a rede é considerada uma ferramenta imprescindível à gestão eficiente dos recursos hídricos, razão pela qual deve ser incorporada aos estudos da bacia. Tais dados auxiliam as tomadas de decisão, na definição de políticas públicas, e na arbitragem de conflitos quanto à disponibilidade hídrica.

A rede de monitoramento permite a previsão e acompanhamento de eventos críticos, como cheias e estiagens, além de fornecer informações úteis a projetos que visem a captação ou o lançamento em corpos d'água.

Após levantamento das estações existentes na área de abrangência do plano, espacializaram-se os dados, conforme Figura 67.

Figura 67 – estações de monitoramento hidrometeorológico da Bacia do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro.



4.3.1.1 Rede de Monitoramento Pluviométrico

Conforme os dados disponíveis no Hidroweb, o Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas (2018), constatou-se a presença de um total de 19 estações pluviométricas na Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro. Dentre essas, 10 são convencionais, e 9 são telemétricas, sendo que todas encontram-se ativas. Entre as estações ativas, 12 estão inseridas em área urbana, e 7 em área rural, em consoante com a

Tabela 43.

Tabela 43 – estações pluviométricas da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro.

NOME/ID	RESPONSÁVEL	OPERADOR	MUNICÍPIO	TIPO	SITUAÇÃO	UPG 5.2
Canoinhas/ 2650043	CEMADEN	CEMADEN	Canoinhas	Telemétrica	Ativa	UG2
Marcílio Dias/ 2650003	RFFSA	RFFSA	Canoinhas	Convencional	Ativa	UG1
Moema/ 2649054	ANA	Águas Paraná	Itaiópolis	Convencional	Ativa	UG7
Itaiópolis/ 2649056	ANA	Águas Paraná	Itaiópolis	Convencional	Ativa	UG6
Itaiópolis (Escola Rural)/ 2649135	CEMADEN	CEMADEN	Itaiópolis	Telemétrica	Ativa	UG6
Major Vieira/ 2650034	EPAGRI	EPAGRI	Major Vieira	Convencional	Ativa	UG2
Salto Canoinhas/ 2650000	ANA	Águas Paraná	Major Vieira	Convencional	Ativa	UG2
Papanduva/ 2650046	CEMADEN	CEMADEN	Papanduva	Telemétrica	Ativa	UG4
Corredeira/ 2649055	ANA	Águas Paraná	Rio Negrinho	Convencional	Ativa	UG7
Rio Negrinho/ 2649015	EPAGRI	EPAGRI	Rio Negrinho	Convencional	Ativa	UG8
Rio Negrinho (Alegre)/ 2649156	CEMADEN	CEMADEN	Rio Negrinho	Telemétrica	Ativa	UG8
Rio Negrinho (Industrial Norte)/ 2649155	CEMADEN	CEMADEN	Rio Negrinho	Telemétrica	Ativa	UG8
São Bento do Sul (Colonial)/ 2649163	CEMADEN	CEMADEN	São Bento do Sul	Telemétrica	Ativa	UG8
São Bento do Sul/ 2649062	INMET	INMET	São Bento do Sul	Convencional	Ativa	UG8
Mafra/ 2649146	CEMADEN	CEMADEN	Mafra	Telemétrica	Ativa	UG6
Rio Preto do Sul/ 2649016	ANA	Águas Paraná	Mafra	Telemétrica	Ativa	UG6
Monte Castelo/ 2650045	CEMADEN	CEMADEN	Monte Castelo	Telemétrica	Ativa	UG2
Residência Fuck/ 2650015	ANA	Águas Paraná	Monte Castelo	Convencional	Ativa	UG2
Campo Alegre/ 2649057	ANA	Águas Paraná	Campo Alegre	Convencional	Ativa	UG8

De acordo com os dados coletados, observou-se que há 5 instituições distintas responsáveis pela manutenção das estações, sendo a CEMADEN e a Águas Paraná as detentoras do maior número de estações, no total de 8 e 7 estações, respectivamente.

No que se refere à localização das estações, é importante analisar a cobertura espacial contemplada, em consoante à área de abrangência da bacia hidrográfica, a fim de concluir sobre o atendimento às normas regulamentares e recomendações internacionais pertinentes. Como a bacia hidrográfica possui cerca 5.927,37 km², e considerando existirem 19 estações

ativas, a densidade média das estações é de 1 estação a cada 311,97 km², ou seja, 0,0032 estação/km². Por outro lado, ponderando-se apenas por aquelas localizadas em área urbana, tem-se 1 a cada 22,98 km², e, a cobertura espacial na área rural de 1 a cada 806,99 km².

Com base nos valores obtidos e espacializados, finda-se que a rede de monitoramento pluviométrico, existente atualmente na Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, não atende às exigências da Organização Mundial de Meteorologia (OMM, 2008), no que se refere à densidade mínima de estações em área urbanizada, onde o recomendado é de 10 a 20 km² por estação, ainda que chegue bastante próxima do índice, também não atende à OMM para área rural, já que o recomendado é de 250 a 575 km² por estação.

Ainda analisando a quantificação por distribuição espacial, percebe-se que as estações estão predominantemente inseridas nas UGs 8, 2 e 6, com 6, 5 e 4 unidades cada, respectivamente, ou seja, 78% de todas as unidades existentes na bacia hidrográfica, concentram-se em apenas 3 UGs. Ao passo que, a UG3 e a UG5 sequer possuem estações inseridas dentro da sua área de contribuição, e a UG1 e a UG4 possuem apenas uma estação em cada unidade.

Considerando a densidade de estações por UGs, tem-se que as UGs com melhor cobertura são a UG8 e a UG1 (0,006421 e 0,006025 estações/km², respectivamente).

4.3.1.2 Rede de Monitoramento Fluviométrico e Qualidade

De acordo com as mesmas fontes de dados anteriormente citadas, existem três estações fluviométricas com monitoramento da qualidade na área da bacia hidrográfica, estando todas ativas, conforme Tabela 44.

Tabela 44 – estações fluviométricas e de qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro.

NOME/CÓDIGO	RESPONSÁVEL	OPERADOR	MUNICÍPIO	TIPO	SITUAÇÃO	UPG 5.2
Salto Canoinhas/65180000	ANA	Águas Paraná	Major Vieira	Convencional	Ativa	UG2
Rio Preto do Sul/65095000	ANA	Águas Paraná	Mafra	Telemétrica	Ativa	UG6
Avencal/65094500	ANA	Águas Paraná	Mafra	Telemétrica	Ativa	UG7

Todas as estações fluviométricas com monitoramento da qualidade são geridas pela Águas Paraná, sob responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA). Elas distinguem quanto ao tipo, sendo uma convencional e outras duas telemétricas.

A Figura 68 apresenta a distribuição espacial das estações ativas na área de abrangência do plano, estando uma localizada na UG2, outra na UG6 e a terceira na UG7.

Quanto à espacialização, a densidade média é de 1 estação a cada 1.975,79 km², e como há 1 estação em área urbana e 2 estações em área rural, no que se refere à área urbana, corresponde a 1 estação a cada 275,83 km², e 1 estação a cada 2.824,48 km² em área rural.

Com base nos valores obtidos e espacializados, conclui-se que a rede de monitoramento fluviométrico e de qualidade, existente atualmente na Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, não atende as exigências da Organização Mundial de Meteorologia (OMM, 2008), no que se refere à densidade mínima de estações, já que, no que tange à área urbanizada, o recomendado é de 10 a 20 km² por estação. O mesmo se dá para a área rural, que também não atende à OMM, já que o recomendado é de 250 a 575 km² por estação. No entanto, estas estações são de grande valia no que diz respeito a dados de precipitação, vazão e qualidade da água.

4.3.1.3 Considerações

Portanto, em análise à rede de monitoramento ativa na área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, observou-se que a densidade é bastante inferior àquela recomendada pela OMM, carecendo, portanto, de adensamento do número de unidades de monitoramento, tanto no que se refere à rede pluviométrica, como à fluviométrica e de qualidade.

Ainda, no que se refere à qualidade da água, destacamos que alguns corpos d'água importantes na área de abrangência do plano, não possuem monitoramento operacional e sistemático. Bem como, é necessário que hajam medições de qualidade concomitantes de vazão, para cálculo da estimativa das cargas poluentes.

Além disso, cabe frisar que os dados nem sempre estão disponíveis ao público geral, constando em grande parte das vezes, apenas parcialmente, faltando informações sobre

séries históricas, ou localização. Não obstante, quando disponíveis, os dados são passados por tratamento de validação prévio à publicação, podendo carregar incoerências.

Diante do diagnóstico, identifica-se a necessidade de ampliação da rede de monitoramento, e adoção de melhorias no que tange à publicidade e acessibilidade dos dados coletados.

4.3.2 Diagnóstico da quantidade da água

4.3.2.1 Delimitação das unidades de resposta hidrológica

Para o estudo de vazões foram selecionadas estações fluviométricas pertencentes a Rede Hidrológica Nacional da Agência Nacional de Águas (ANA) existentes nos limites dos divisores de água, bem como, em suas proximidades caracterizando bacias hidrográficas de entorno (Figura 68). Na Tabela 45 constam as estações fluviométricas selecionadas, com sua localização e período de dados disponíveis.

Figura 68 – estações hidrometeorológicas fluviométricas de monitoramento da Bacia do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro.

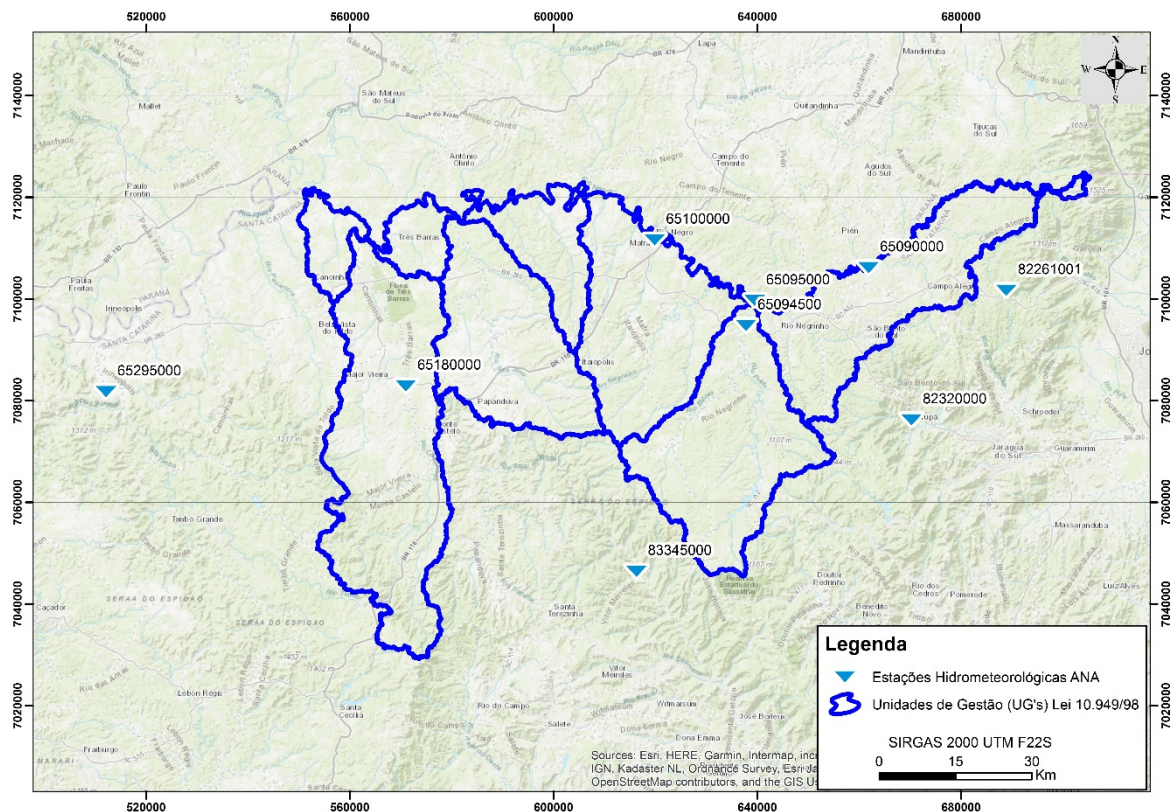


Tabela 45 - estações fluviométricas selecionadas.

Código	Área (km ²)	Latitude (G M S)	Longitude (G M S)	Altitude (m)	Início	Fim
65090000	810	26°09'16,92"	49°22'50,16"	790	1967	2005
65094500	868	26°11'51"	49°37'5,88"	788	1976	2014
65095000	2495	26°12'56,16"	49°36'12,96"	780	1951	2014
65100000	3379	26°06'34,92"	49°48'3,96"	766	1950	2014
65180000	771	26°22'19,92"	50°17'17,16"	793	1980	2014
65295000	2603	26°23'2,04"	50°52'41,88"	750	1974	2010
82261001	124	26°11'30,04"	49°06'34,04"	780	1952	2005
82320000	164	26°25'26,04"	49°17'33"	200	1945	2014
83345000	1420	26°41'53,88"	49°49'51,96"	450	1977	2014

Objetivando a inclusão de variáveis independentes aos modelos hidrológicos, foram obtidos em ambiente de geoprocessamento, atributos ambientais característicos aos processos de dinâmica hídrica superficial. Desta forma, foram acrescentados valores de precipitação, densidade de drenagem, área da bacia e declividade média.

Os valores de precipitação envolveram uma série histórica obtida e tratada estatisticamente para obtenção das precipitações totais anuais. Posteriormente os dados foram interpolados pelo algoritmo do Inverse Distance Weighting (IDW) em sistemas elípticos de busca, com 4 setores de 45º, angulados em 120º, semieixo maior de 30 quilômetros com máximo de 5 vizinhos para influência dos pesos elevados a potência 2. Esse sistema, demonstrou uma maior acurácia do modelo proposto e as curvas interpoladas podem ser avaliadas na

Figura 69.

Figura 70 – áreas de drenagem das estações fluviométricas espacializadas sobre o limite das Unidades de Gestão da Bacia do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, e entorno.

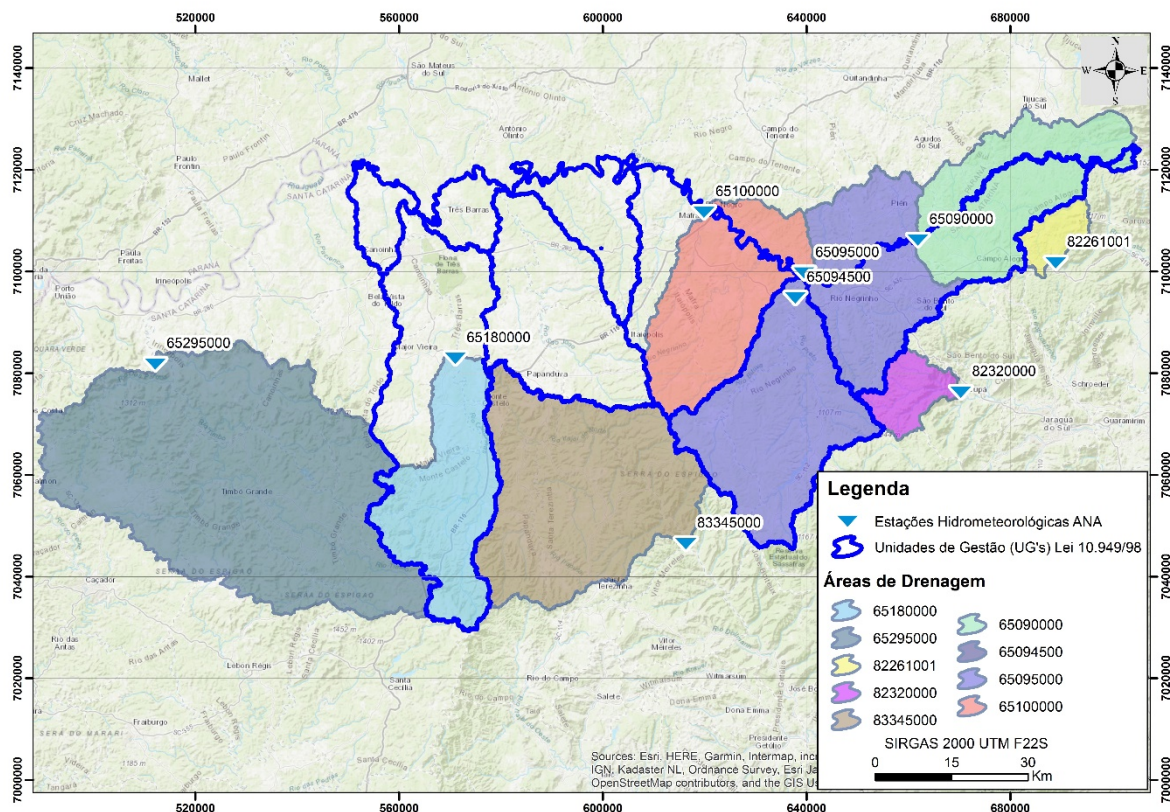


Tabela 46 - dados fisiográficos e de precipitação das Unidades de Gestão.

Estação	Área (km ²)	Densidade de drenagem (km/km ²)	Precipitação média anual (mm)	Declividade média (m/km)
65180000	771	2,60	1712	4,6
65100000	3379	2,51	1677	1,9
65094500	868	2,23	1637	2,3
65095000	2495	2,60	1693	2,5
83345000	1420	2,48	1713	6,2
82320000	164	2,98	1892	27,4
82261001	124	2,97	2252	14,4
65090000	810	3,04	1825	3,7

4.3.2.1.1 Vazões médias mensais

Foram analisados os dados das séries históricas de vazão diária e determinadas as vazões médias mensais de cada uma das estações fluviométricas. Como o período das séries de dados não é o mesmo para todas as estações fluviométricas, foi calculada a média de toda série histórica disponível (

Tabela 47) e também a média do período de 1977 a 2014 (Tabela 48), período comum para a maioria das estações de monitoramento. Na Tabela 49 constam as vazões médias de longo termo, onde observa-se a existência de pouca diferença nos valores obtidos. Dessa forma, foram considerados os valores de toda a série histórica disponível.

Tabela 47 - vazão média de toda série histórica (m³/s).

RESUMO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
65090000	24,969	25,096	20,741	16,633	16,659	17,212	18,240	16,458	18,924	20,783	17,606	18,777	224,806
65094500	27,400	24,374	19,052	16,061	20,575	23,059	30,702	24,332	27,901	33,291	25,810	23,454	296,838
65095000	63,102	65,670	57,241	43,651	48,051	52,145	59,609	51,670	58,841	65,712	54,821	53,737	675,810
65100000	81,656	82,191	72,736	55,295	63,252	71,933	79,039	68,354	79,497	89,613	72,082	68,913	889,242
65180000	18,022	19,529	16,194	11,945	18,122	20,694	23,567	18,770	21,699	29,112	20,019	16,677	233,464
65295000	76,895	81,394	62,867	49,490	72,300	89,101	82,999	73,298	86,968	122,597	82,558	67,611	944,551
82261001	6,022	6,670	6,040	5,184	4,780	4,323	4,082	3,529	4,588	5,253	5,302	5,044	61,904
82320000	8,895	9,351	7,851	5,513	5,721	5,495	5,694	5,309	7,198	8,653	7,301	7,231	84,231
83345000	34,128	33,692	26,143	21,904	30,427	32,866	43,704	37,242	59,284	49,958	31,362	33,609	432,130

Tabela 48 - vazão média do período de 1977-2014 (m³/s).

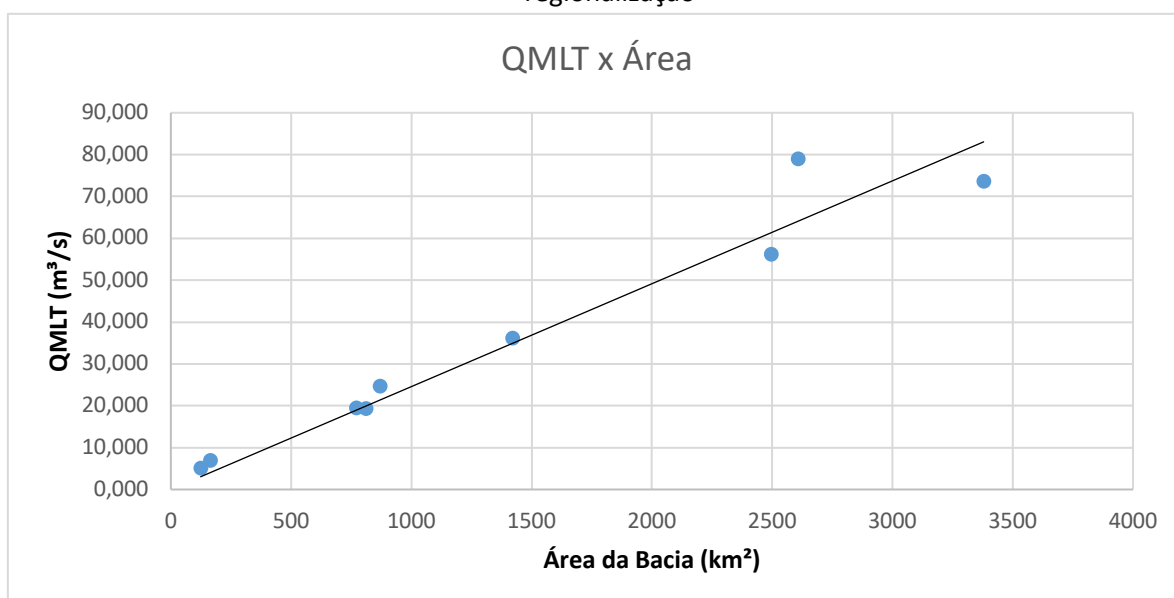
RESUMO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
65090000	24,797	26,448	21,232	16,765	17,512	17,252	18,793	17,449	19,984	22,105	18,152	18,637	228,450
65094500	27,400	24,374	19,052	16,061	20,575	23,059	30,702	24,237	28,143	33,766	26,050	23,420	296,838
65095000	70,026	69,547	57,917	45,895	51,834	57,422	68,378	57,473	64,492	74,019	57,933	57,998	732,933
65100000	91,173	87,560	71,919	58,741	70,118	82,191	90,817	77,591	87,843	101,112	77,639	75,520	972,225
65180000	18,022	19,529	16,194	11,945	18,122	20,694	23,567	18,770	21,699	29,112	20,019	16,677	233,464
65295000	76,478	83,616	63,294	50,246	74,107	87,339	85,988	70,951	86,652	126,249	84,968	65,066	943,595
82261001	5,887	6,550	5,340	4,364	4,285	3,858	3,693	3,258	4,090	4,993	4,728	4,356	58,038
82320000	9,852	8,654	7,455	5,189	5,862	5,855	6,520	5,638	7,556	9,200	7,269	7,249	86,298
83345000	34,128	33,692	26,143	21,904	30,427	32,866	43,704	37,242	59,284	49,958	31,362	33,609	432,130

Tabela 49 - vazão média de longo termo (m³/s).

Estação	Toda série histórica	1977-2014
65090000	19,341	19,927
65094500	24,668	24,736
65095000	56,188	61,078
65100000	73,713	81,019
65180000	19,529	19,529
65295000	79,007	79,579
82261001	5,068	4,617
82320000	7,018	7,191
83345000	36,193	36,193

Abaixo segue apresentada a correlação entre a vazão média de longo termo e a área de drenagem (Figura 71). De acordo com a regressão linear, percebe-se que existe uma alta correlação (positiva) entre a vazão média de longo termo e a área de drenagem.

Figura 71 - vazão média de longo termo observada versus a área da bacia estimada pela equação de regionalização



4.3.2.1.2 Regionalização de vazão média de longo termo

Para a regionalização da vazão média de longo termo foram testadas as variáveis dependentes: Área, Densidade de drenagem (Dd), Declividade (Dec) e a Precipitação média anual (Prec). Os dados da estação 65295000, apresentaram uma maior dispersão e por isso foram excluídos desta análise. A matriz de correlações é apresentada na Tabela 50.

Tabela 50 - matriz de correlações.

	Área	Dd	Dec	Prec	QMLT
Área	1	-	-	-	--
Dd	-0,479 (0,230)	1	-	-	
Dec	(0,114)	0,606 (0,111)	1	-	-
Prec	-0,577 (0,134)	0,726 (0,041)	0,586 (0,127)	1	-
QMLT	0,998 (<0,001)	-0,528 (0,178)	-0,614 (0,105)	-0,610 (0,108)	1

Na equação de regressão ajustada, considerou-se apenas a área de drenagem como variável dependente, uma vez que a inclusão das demais variáveis não ocasionou ganho significativo ao modelo. Além disso, em virtude do caráter de profusão dos cálculos e disseminação da metodologia de cálculo, variáveis dependentes de difícil obtenção inviabilizam a atualização e uso contínuo do método. A equação para a estimativa da vazão média de longo termo em função da área de drenagem é dada por:

$$QMLT = 0,071A^{0,854} \quad (R^2 = 0,996)$$

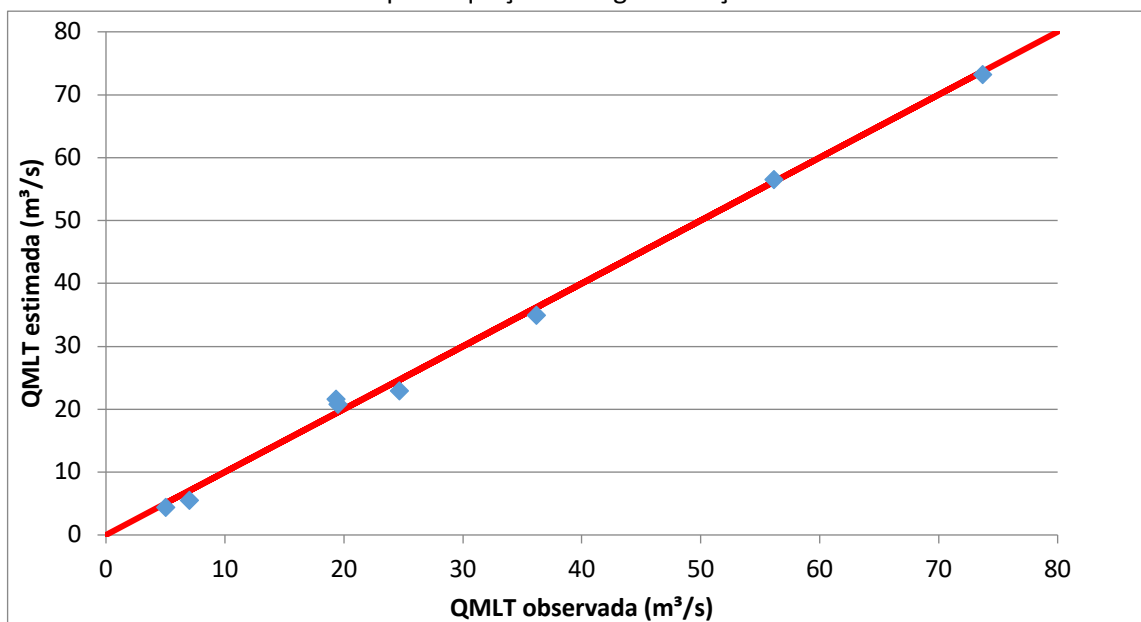
Em que:

QMLT = vazão média de Longo termo (m³/s);

A = área da bacia (km²).

Na Figura 72 pode-se verificar a qualidade do ajuste pela equação de regionalização.

Figura 72 - vazão média de longo termo observada versus a vazão média de longo termo estimada pela equação de regionalização.



4.3.2.1.3 Vazão específica

Na Tabela 51 são apresentados os valores de vazão específica, em l/s/km² e em seguida é apresentada a equação para regionalização da vazão específica.

Tabela 51 - vazão média específica (l/s/km²).

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
65090000	30,826	30,983	25,606	20,535	20,566	21,249	22,519	20,318	23,363	25,658	21,736	23,181	277,538
65094500	31,567	28,081	21,949	18,504	23,703	26,565	35,371	28,032	32,144	38,354	29,735	27,021	341,979
65095000	25,292	26,321	22,942	17,495	19,259	20,900	23,891	20,709	23,583	26,338	21,973	21,538	270,866
65100000	24,166	24,324	21,526	16,364	18,719	21,288	23,391	20,229	23,527	26,521	21,332	20,394	263,167
65180000	23,375	25,329	21,004	15,493	23,504	26,840	30,567	24,345	28,144	37,759	25,965	21,630	302,806
65295000	29,541	31,269	24,152	19,013	27,776	34,230	31,886	28,159	33,410	47,098	31,717	25,974	362,870
82261001	48,564	53,790	48,712	41,810	38,549	34,866	32,917	28,457	36,998	42,366	42,755	40,679	499,226
82320000	54,235	57,017	47,872	33,619	34,887	33,506	34,719	32,375	43,889	52,762	44,516	44,089	513,604
83345000	24,034	23,727	18,410	15,425	21,427	23,145	30,778	26,227	41,749	35,182	22,086	23,668	304,317

$$Q_{eMLT} = 71A^{-0,146}$$

Em que:

Q_{eMLT} = Vazão específica de longo termo (L s⁻¹ km⁻²)

A = área de drenagem (km²)

4.3.2.2 Distribuição Sazonal da Vazão

A distribuição da vazão ao longo do ano das estações analisadas está representada na Figura 73. Observa-se um comportamento diferenciado entre as estações, em parte, devido a geomorfologia local, ao diferenciado regime hidrológico e tamanho das bacias. No entanto, ao analisar as estações 65094500 e 65180000, é possível observar um comportamento de similaridade hidrológica. Principalmente tendo em vista a internalização das estações ao ambiente em análise hidrológica (Figura 74). Estas duas estações foram selecionadas para representar a distribuição sazonal das vazões na bacia em análise, uma vez que estão localizadas dentro da área de estudo e sua resposta hidrológica representa bem a condição climática e hidrológica local (Figura 75).

Figura 73 - variação sazonal da vazão específica.

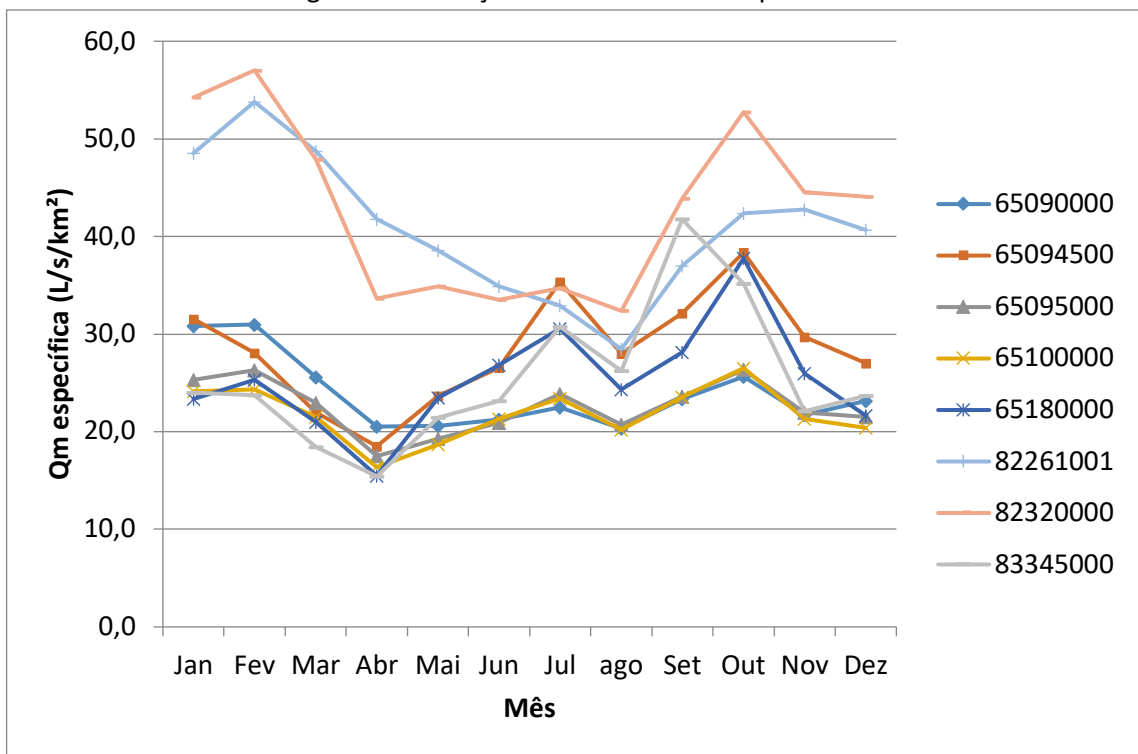


Figura 74 - áreas de drenagem das estações fluviométricas internas espacializadas sobre o limite das Unidades de Gestão da Bacia do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, e entorno.

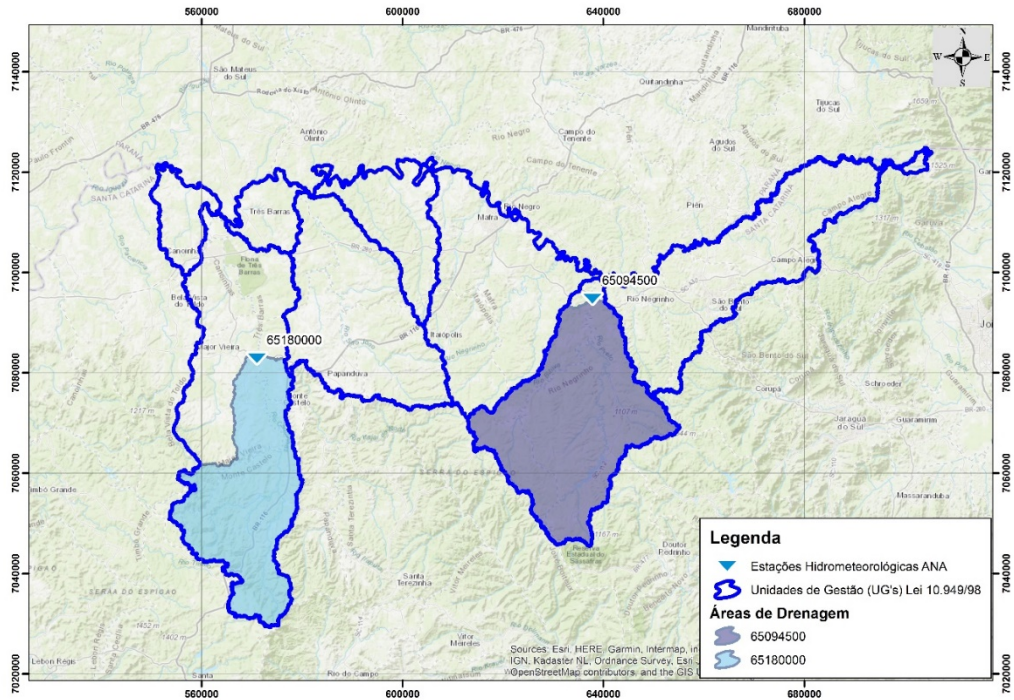
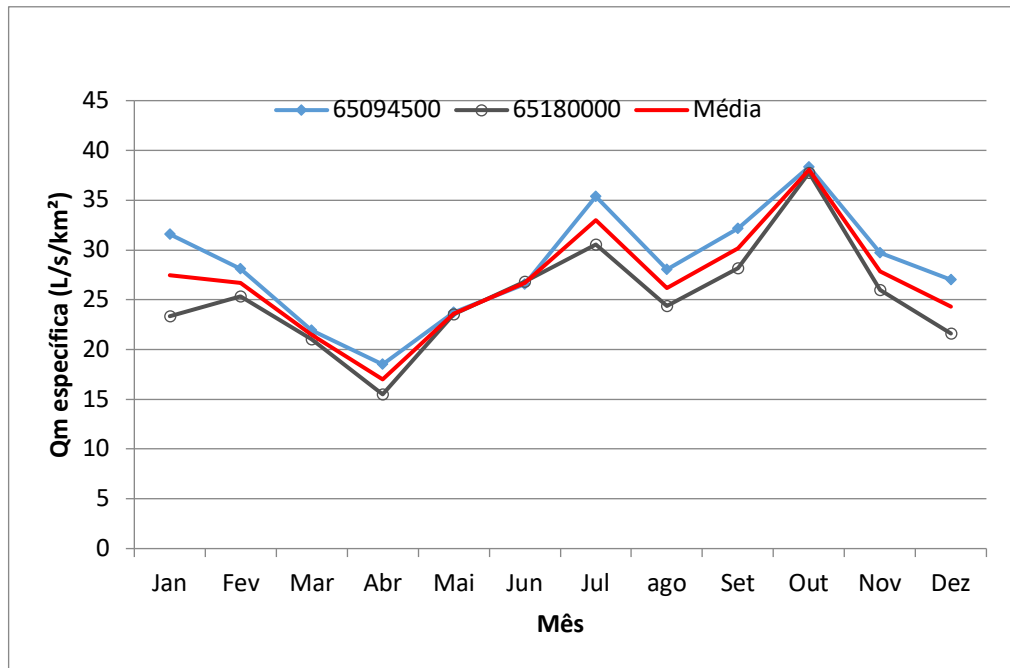


Figura 75 - variação sazonal da vazão específica para as estações.



Na

Tabela 52 constam os valores das vazões médias mensais adimensionalizadas pela vazão média de longo termo. Na Tabela 53 e Figura 76 estão representados os valores para as

duas estações selecionadas como representativas da bacia hidrográfica em estudo. O valor médio será utilizado para estimativa da vazão mensal a partir da vazão média de longo termo.

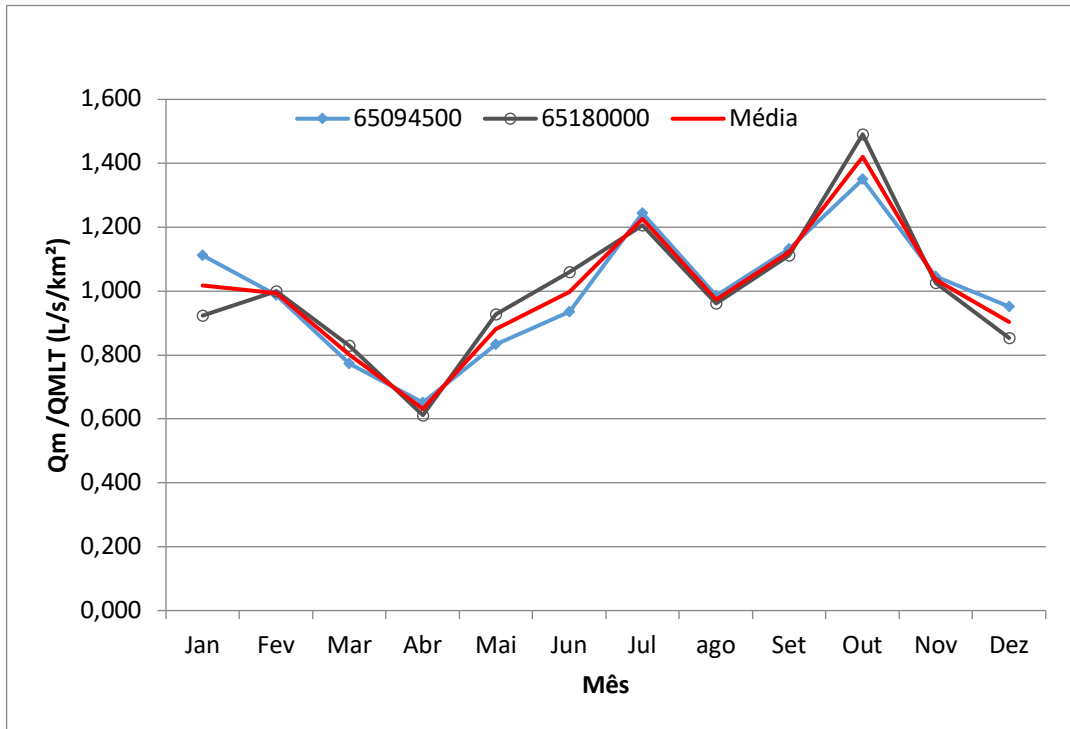
Tabela 52 - relação entre a vazão média mensal e a vazão média de longo termo (Qm/QMLT).

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
65090000	1,29	1,30	1,07	0,86	0,86	0,89	0,94	0,85	0,98	1,07	0,91	0,97
65094500	1,11	0,99	0,77	0,65	0,83	0,93	1,24	0,99	1,13	1,35	1,05	0,95
65095000	1,12	1,17	1,02	0,78	0,86	0,93	1,06	0,92	1,05	1,17	0,98	0,96
65100000	1,11	1,12	0,99	0,75	0,86	0,98	1,07	0,93	1,08	1,22	0,98	0,93
65180000	0,92	1,00	0,83	0,61	0,93	1,06	1,21	0,96	1,11	1,49	1,03	0,85
65295000	0,97	1,03	0,80	0,63	0,92	1,13	1,05	0,93	1,10	1,55	1,04	0,86
82261001	1,19	1,32	1,19	1,02	0,94	0,85	0,81	0,70	0,91	1,04	1,05	1,00
82320000	1,27	1,33	1,12	0,79	0,82	0,78	0,81	0,76	1,03	1,23	1,04	1,03
83345000	0,94	0,93	0,72	0,61	0,84	0,91	1,21	1,03	1,64	1,38	0,87	0,93
Máximo	1,29	1,33	1,19	1,02	0,94	1,13	1,24	1,03	1,64	1,55	1,05	1,03
Mínimo	0,92	0,93	0,72	0,61	0,82	0,78	0,81	0,70	0,91	1,04	0,87	0,85
Amplitude	0,37	0,40	0,47	0,42	0,13	0,34	0,44	0,33	0,73	0,52	0,18	0,18

Tabela 53 - relação entre a vazão média mensal e a vazão média de longo termo (Qm/QMLT).

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
65094500	1,111	0,988	0,772	0,651	0,834	0,935	1,245	0,986	1,131	1,350	1,046	0,951
65180000	0,923	1,000	0,829	0,612	0,928	1,060	1,207	0,961	1,111	1,491	1,025	0,854
Média	1,017	0,994	0,801	0,631	0,881	0,997	1,226	0,974	1,121	1,420	1,036	0,902

Figura 76 - relação entre a vazão média mensal e a vazão média de longo termo (Qm/QMLT).



Após as regionalizações das vazões médias de longo termo e vazões médias sazonais, as unidades de gestão foram objeto de cálculo em função de suas áreas de drenagem, sendo os dados apresentados nas figuras posteriores.

Figura 77 – Variação sazonal das vazões médias mensais e a vazão média de longo termo para a UG1.

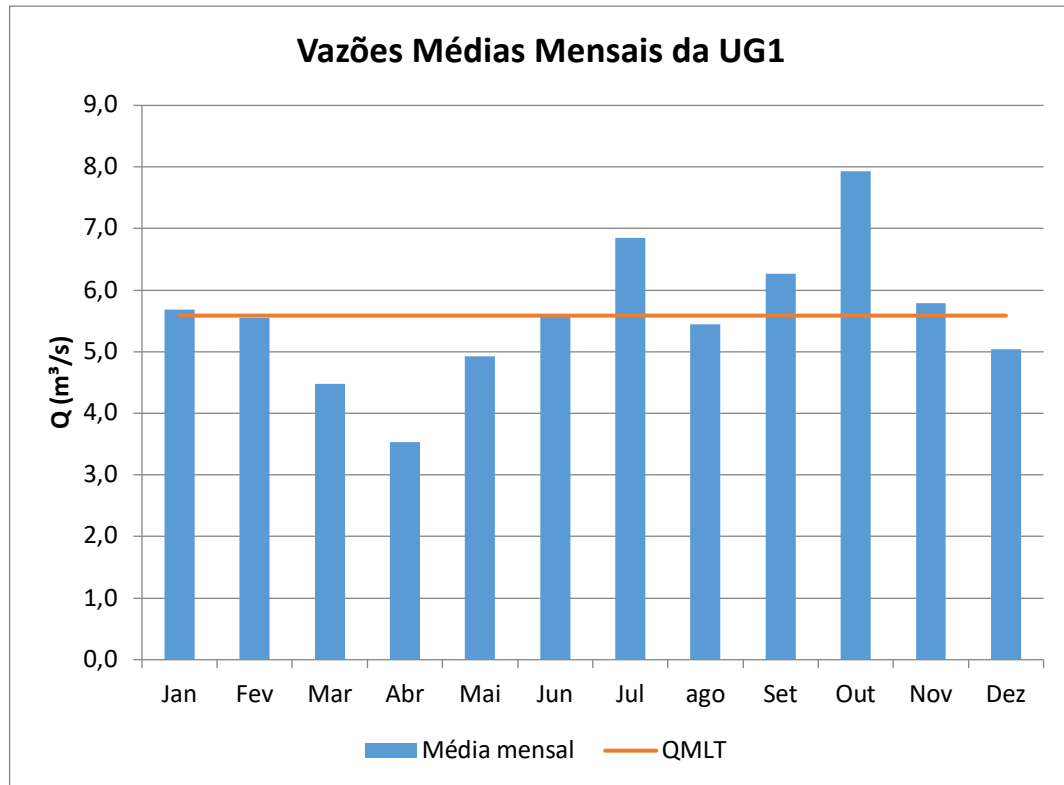


Figura 78 – variação sazonal das vazões médias mensais e a vazão média de longo termo para a UG2.

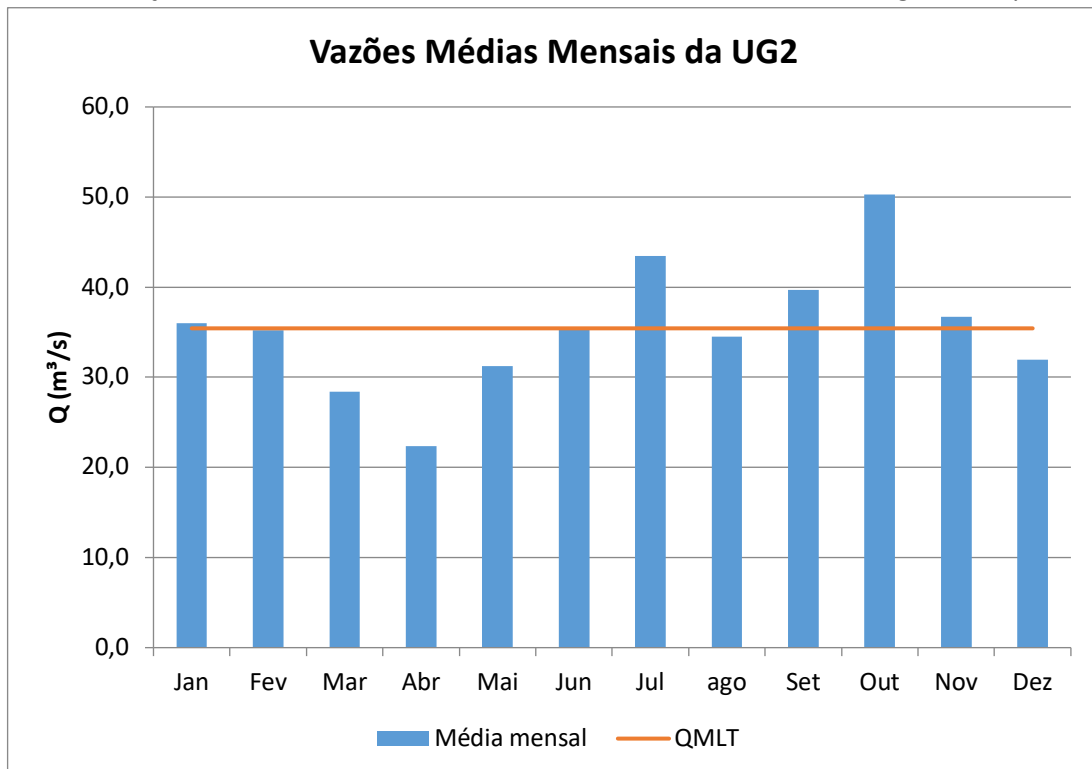


Figura 79 – variação sazonal das vazões médias mensais e a vazão média de longo termo para a UG3.

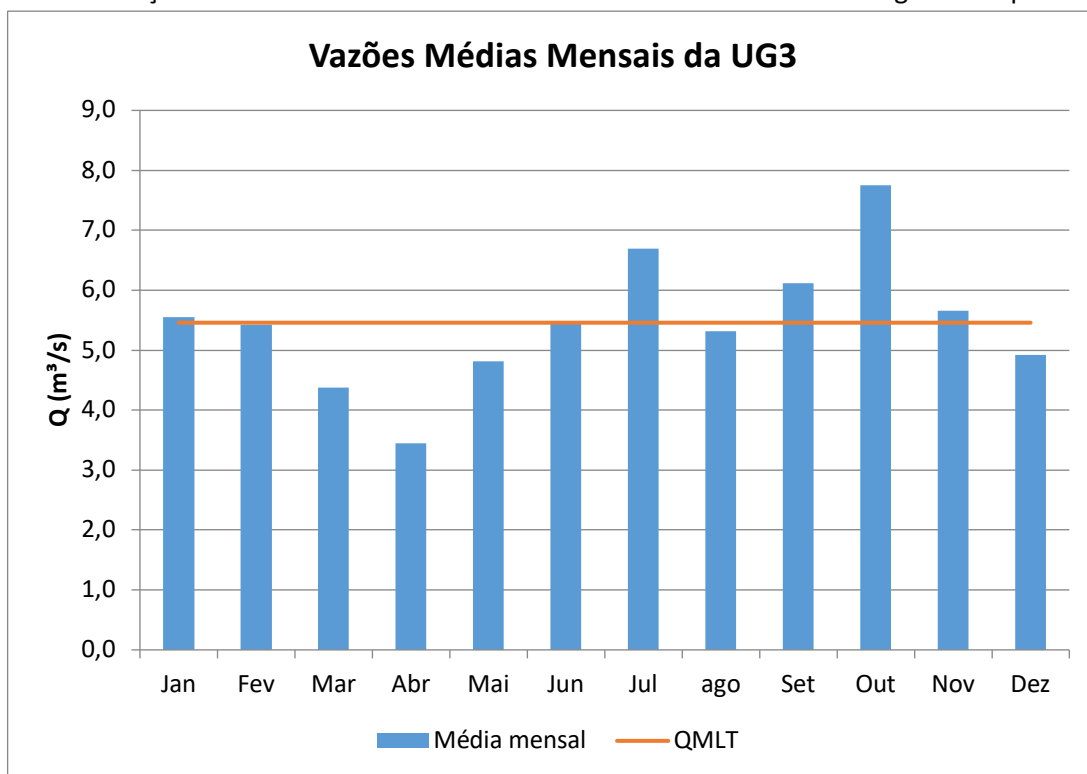


Figura 80 – variação sazonal das vazões médias mensais e a vazão média de longo termo para a UG4.

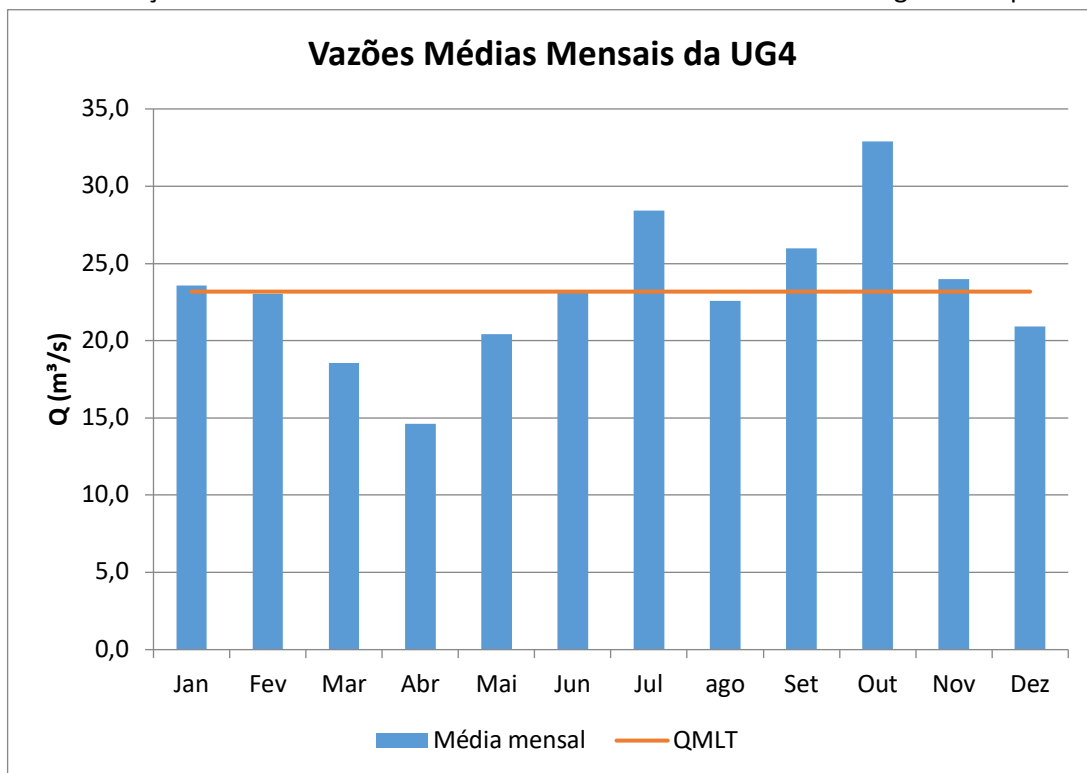


Figura 81 – variação sazonal das vazões médias mensais e a vazão média de longo termo para a UG5.

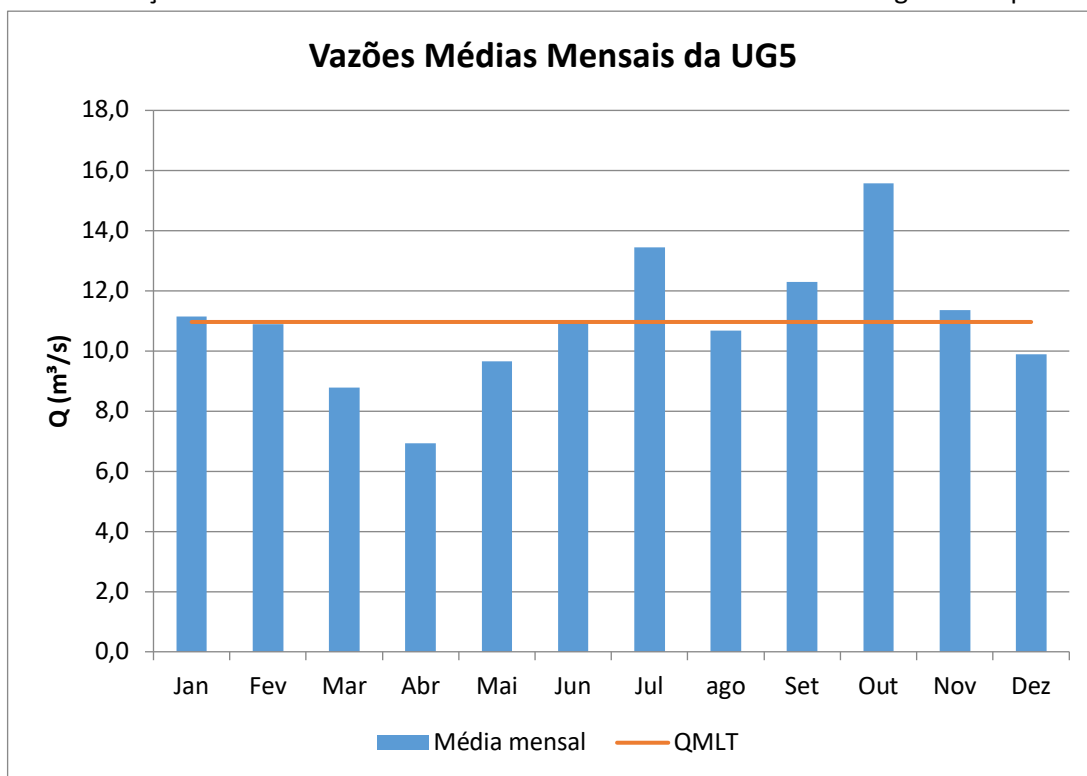


Figura 82 – variação sazonal das vazões médias mensais e a vazão média de longo termo para a UG6.

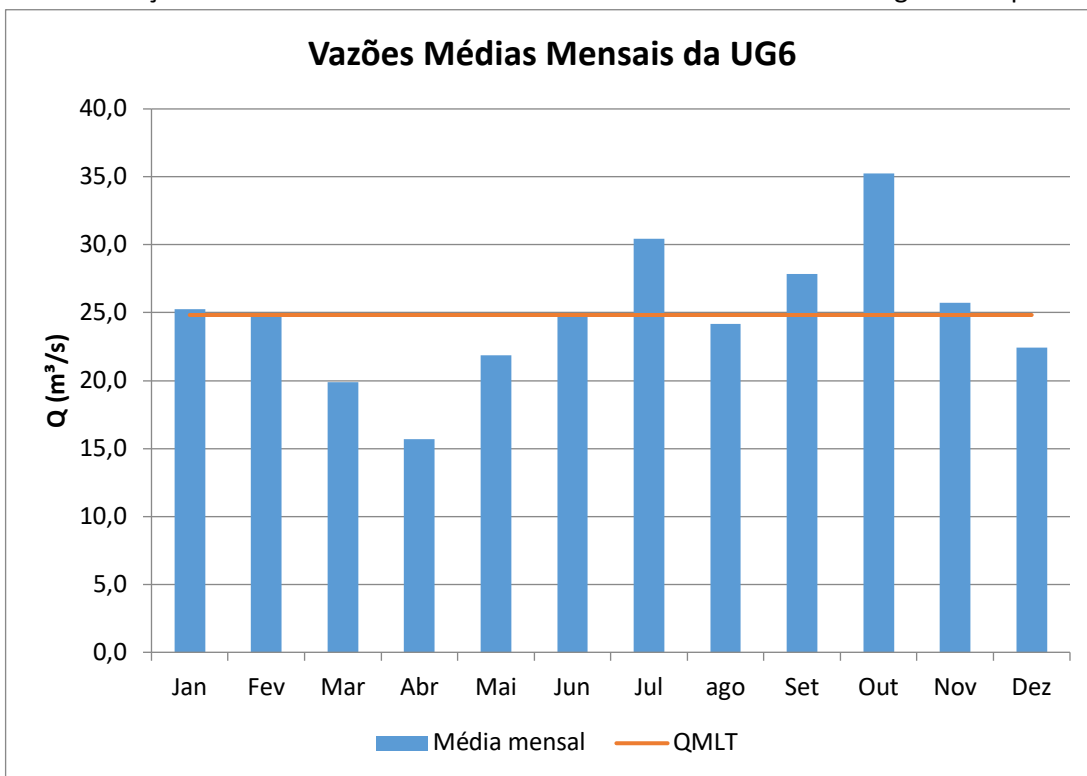


Figura 83 – variação sazonal das vazões médias mensais e a vazão média de longo termo para a UG7.

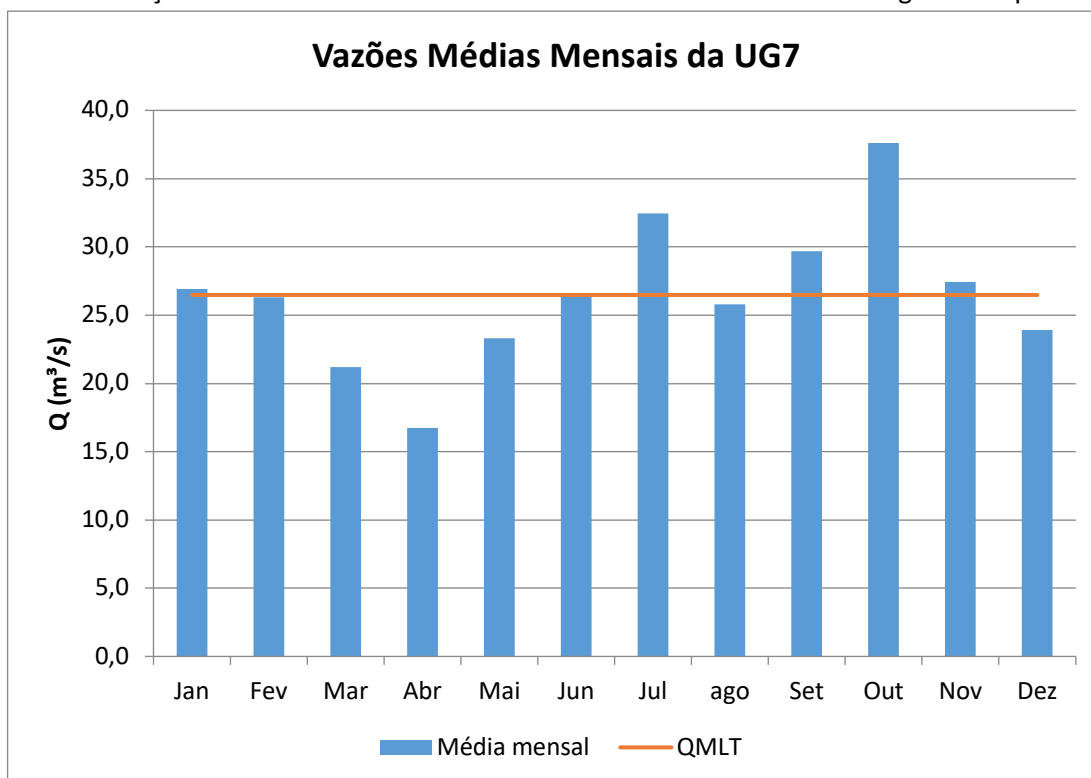
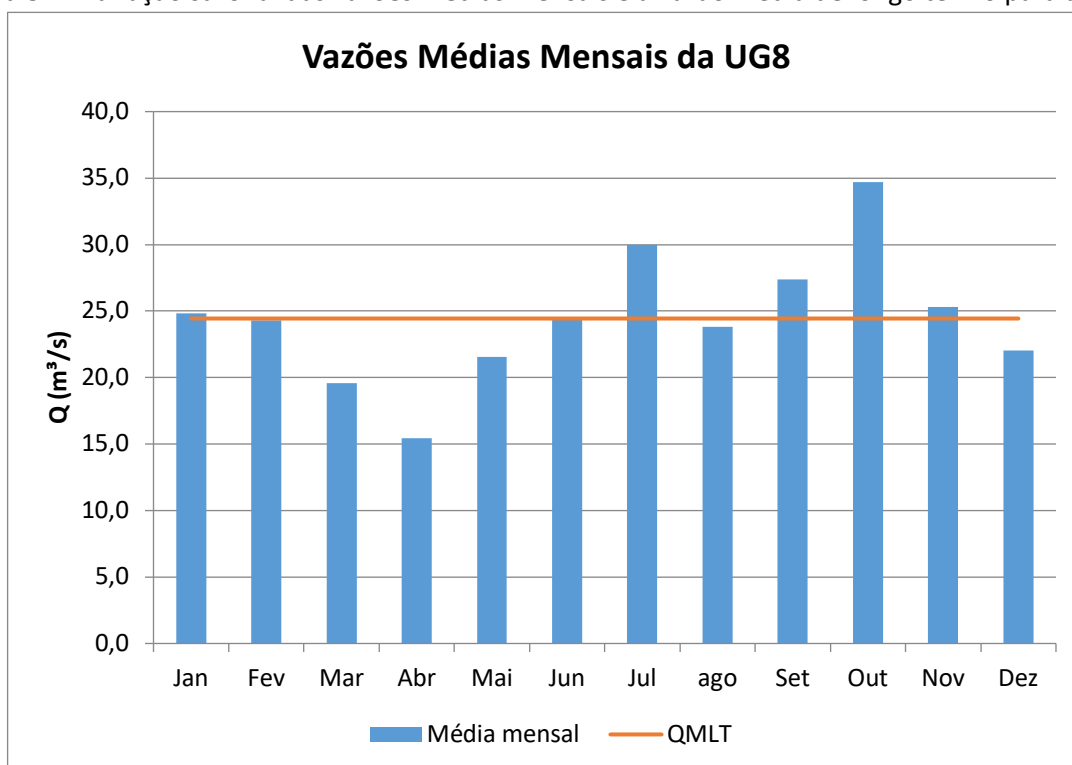


Figura 84 – variação sazonal das vazões médias mensais e a vazão média de longo termo para a UG8.



4.3.2.2.1 Vazões Extremas

O estudo de vazões máximas em bacias hidrográficas é importante para o dimensionamento de obras hidráulicas como pontes, vertedor de barragens e também para o planejamento da bacia hidrográfica, como a definição das áreas de risco de inundação, e avaliação econômica de projetos de controle de inundações.

No entanto quando existe o monitoramento de vazão no local, a vazão máxima pode ser estimada com base na análise da série histórica de vazões medidas. Essa metodologia em geral se baseia na determinação da série de máximas anuais, com a qual se ajusta uma distribuição teórica de probabilidades, que será usada na estimativa das vazões máximas esperadas com determinado período de retorno. Existem diversas distribuições de probabilidade que podem ser aplicadas para as séries de máximas anuais, entre as quais destacam-se a distribuição Log-Normal, distribuição de Gumbel, a distribuição de valores extremos generalizada (GEV), a distribuição Pearson Tipo III, distribuição Log-Pearson tipo III, e a distribuição Weibul.

Como dificilmente o local de interesse da vazão máxima coincide com a estação fluviométrica, a vazão máxima deve ser analisada criteriosamente, e na maioria dos casos utilizar-se de modelos hidrológicos para a sua estimativa. Os valores apresentados neste estudo têm objetivo para caracterizar a variação da vazão, no entanto não se recomenda a sua utilização para dimensionamento de estruturas.

Estudos de vazão mínima e de sua distribuição temporal e espacial, são reconhecidos como de importância fundamental para o planejamento regional em setores como geração de energia elétrica, projetos setoriais de abastecimento, regularização artificial, outorga de uso da água, qualidade de água, estudos de autodepuração, na diluição de efluentes em corpos d'água, dentre outros. As vazões mínimas são também utilizadas nos critérios de outorga de água.

De acordo com Tucci (2002), as vazões mínimas correspondem aos menores valores de vazão dentro de uma série histórica, sendo que para sua caracterização deve-se considerar a quantidade de água (vazão) e a duração. A questão do risco, ou frequência de ocorrência do evento está no período de retorno. O período de retorno de uma determinada vazão de

estiagem corresponde então ao tempo médio em que ela pode ser inferiorizada ou igualada. A vazão mínima com duração de 7 dias e período de retorno de 10 anos ($Q_{7;10}$) é o valor mais utilizado em estudos de disponibilidade e como critério nos estudos de qualidade da água e também nos planos de gestão de recursos hídricos. Esse valor corresponde à média da vazão de estiagem na duração considerada e o período de retorno é fornecido pela distribuição estatística que melhor se ajusta a esta variável. Baena (2002) destaca que, a vazão mínima instantânea tem pouca utilidade, sendo utilizadas, normalmente, vazões com durações maiores, como sete ou trinta dias, uma vez que a sequência de vazões baixas é que representa uma situação desfavorável para a demanda ou para as condições de conservação ambiental.

Para o emprego de distribuições de probabilidade deve-se realizar o ajuste dos parâmetros da distribuição, que pode ser feito por vários métodos, entre os quais o método dos momentos, o método da máxima verossimilhança, o método dos momentos-L. O método dos momentos tem sido muito utilizado pela facilidade de aplicação. Euclides (1992) destacou que não se pode definir, a priori, a distribuição de probabilidades pra descrever a frequência de vazões em hidrologia, mas seleciona uma família de curvas indicada ao tipo de dados analisados e, em seguida individualizar a lei de probabilidade que mais se adapta a interpretar cada série histórica disponível.

Silva e Assad (1998) destacam que um dos problemas no uso de qualquer procedimento estatístico aplicado a dados hidrológicos está na estimativa dos parâmetros desta distribuição. No caso de frequência de vazões extremas, a dificuldade está no curto período de tempo de registros disponíveis. Damázio e Cosa (1991) ressaltam que o sucesso destes estudos depende da distribuição adotada e do método usado para estimar os seus parâmetros.

Para estudo de vazões máximas foram consideradas as distribuições de extremos tipo I ou distribuição de Gumbel, a distribuição Pearson tipo III, a distribuição Log-Pearson e a distribuição de valores Extremos Generalizada (GEV). Para as séries de mínimas anuais foram testadas a distribuição de Gumbel e para eventos mínimos a distribuição Weibull.

A distribuição Pearson tipo III tem a função densidade de probabilidade da seguinte forma:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha \Gamma(\beta)} \left(\frac{x-\gamma}{\alpha} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{x-\gamma}{\alpha}\right)}$$

Onde α , β e γ são os parâmetros do modelo e $\Gamma(\beta)$ é a função gama. A função de probabilidades acumuladas da distribuição Pearson Tipo III é expressa por:

$$F(x) = \frac{1}{\alpha x \Gamma(\beta)} \int_{\gamma}^{\infty} \left\{ \frac{x-\gamma}{\alpha} \right\}^{\beta-1} e^{-\left\{ \frac{x-\gamma}{\alpha} \right\}} dx$$

Onde α , β e γ são os parâmetros da escala, forma e localização.

Se os logaritmos ($\ln x$) de variável x são distribuídos segundo a variação Pearson tipo III, a variável x deverá se distribuir como a log Pearson tipo III com função de densidade e probabilidade.

$$f(x) = \frac{1}{\alpha X \Gamma(\beta)} \left\{ \frac{\ln(X) - \gamma}{\alpha} \right\}^{\beta-1} e^{-\left\{ \frac{\ln(X) - \gamma}{\alpha} \right\}}$$

A função de probabilidades acumuladas da distribuição Pearson Tipo III é expressa por:

$$F(x) = \frac{1}{\alpha x \Gamma(\beta)} \int_{\gamma}^{\infty} \left\{ \ln \frac{x-\gamma}{\alpha} \right\}^{\beta-1} e^{-\left\{ \frac{\ln x-\gamma}{\alpha} \right\}} dx$$

Onde α , β e γ são os parâmetros da escala, forma e localização.

A distribuição de Gumbel, também conhecida como distribuição de valores extremos, dupla exponencial ou Fisher-Tippet do tipo I tem a função da densidade de probabilidade é dada por:

$$f(x) = \alpha e^{\{-\alpha(X-\beta) - e^{-\alpha(X-\beta)}\}}$$

Onde α o parâmetro de escala (desvio padrão da distribuição de Gumbel) e β parâmetro de locação (Moda) da distribuição Gumbel. A função cumulativa de probabilidade é expressa pela equação:

$$FCP = P[X \leq x] = F(X) = e^{-e^{-\alpha(X-\beta)}}$$

No caso de valores mínimos a distribuição de Gumbel tem como função densidade de probabilidade é dada por:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} e^{\left\{ \frac{(X-\beta)}{\alpha} - e^{\left(\frac{X-\beta}{\alpha}\right)} \right\}}$$

Onde: α o parâmetro de escala (desvio padrão da distribuição de Gumbel) e β parâmetro de posição. A função cumulativa de probabilidade é:

$$P[X \leq x] = 1 - e^{-e^{((x-\beta)\alpha)}}$$

A distribuição Weibul com 2 parâmetros tem como função densidade de probabilidade é:

$$f(x) = \frac{\alpha}{\beta} \left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha-1} e^{\left(-\frac{x}{\beta}\right)^\alpha}$$

Onde α e β são os parâmetros da distribuição. A função cumulativa de probabilidade é dada por:

$$P(X \geq x) = e^{-\frac{x}{\beta}^\alpha}$$

A distribuição Generalizada de valores Extremos (Generalizes Extreme Value) ou distribuição GEV foi introduzida por Jenkinson (1955) e incorpora três formas de assintóticas de valores extremos máximos em uma única expressão. A função de probabilidade acumulada é dada por:

$$F(x) = \exp \left\{ - \left[1 + k \left(\frac{x - \beta}{\alpha} \right) \right]^{\left(\frac{-1}{k} \right)} \right\}$$

Em que α , β e k são os parâmetros de escala, posição, e de forma, respectivamente. A função densidade de Probabilidade é:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \left[1 + k \left(\frac{x - \beta}{\alpha} \right) \right]^{\left(\frac{1+k}{k} \right)} \exp \left\{ - \left[1 + k \left(\frac{x - \beta}{\alpha} \right) \right]^{\left(\frac{1}{k} \right)} \right\}$$

Quando ajustamos uma distribuição de probabilidade a um conjunto de dados, trabalhamos com a hipótese de que a distribuição representaria adequadamente aquele conjunto de dados. Para avaliar o ajuste das distribuições empregou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov, o teste de Anderson-Darling, o teste do Qui-quadrado.

A estatística Qui-Quadrado é calculada por:

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(F_{Oj} - F_{Ej})^2}{F_{Ej}}$$

Em que F_{Oj} é a frequência observada de eventos na classe j , F_{Ej} é a frequência esperada de acordo com a distribuição, e k é o número de intervalos de classe em que os dados observados foram divididos.

A estatística χ^2 pode ser comparada com o valor tabelado para $k-1$ graus de liberdade.

No teste de Kolmogorov-Smirnov compara-se as frequências cumulativas $F(X)$ dos dados observados e das distribuições teóricas. A hipótese nula a ser testada é de que os dados observados seguem a distribuição teórica. A estatística do teste é dado pela maior diferença absoluta entre os valores de $F(x)$, isto é:

$$D_{\max} = |F(x) \text{ empírica} - F(x) \text{ teórica}|$$

O valor de D_{\max} é comparado com valores críticos (D_{crit}) para dado nível de significância α e tamanho de amostra n . Se D_{\max} calculado for maior que D_{crit} deve-se rejeitar a hipótese nula.

Kite (1978) apresenta os valores críticos do teste de Komolgorov-Sminrov.

O teste de aderência de Anderson-Darling é um teste não paramétrico que procura ponderar mais fortemente as caudas das distribuições, nas quais as maiores (ou as menores) observações da amostra podem alterar sobremaneira a qualidade do ajuste. O teste de aderência de Anderson-Darling, tal como o de Kolmogorov-Smirnov, baseia-se na diferença entre as funções de probabilidades acumuladas, empírica, $F_N(x)$, e a teórica $F_X(x)$, da variável aleatória contínuas. Entretanto o teste de AD dá mais peso às caudas por meio da divisão das diferenças entre $F_N(x)$ e $F_X(x)$ por:

$$\sqrt{F_X(x)[1 - F_X(x)]}$$

Desse modo, a estatística do teste de Anderson-Darling torna-se:

$$A^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{[F_N(x) - F_X(x)]^2}{F_X(x)[1 - F_X(x)]} f_X(x) dx$$

Onde $f_X(x)$ é a função densidade, segundo a hipótese nula. Anderson e Darling (1954) demonstraram que a equação anterior é equivalente a:

$$A^2 = -N - \sum_{i=1}^N \frac{(2i - 1) \{ \ln F_X(x_{(i)}) + \ln [1 - F_X(x_{(N-i+1)})] \}}{N}$$

Se a estatística A^2 resulta ser um valor maior que o valor crítico, a distribuição empírica $F_N(x)$ e teórica $F_X(x)$ diferem muito entre si e, em consequência, a hipótese nula (de aderência dos dados à distribuição estudada) deve ser rejeitada.

4.3.2.2.2 Vazões máximas

Na sequência são apresentados para cada estação a distribuição que melhor se ajustou, os parâmetros ajustados e os valores do teste de aderência. Também são apresentadas as vazões máximas estimadas com período de retorno de 2 a 100 anos.

Estação : 65090000

Distribuição: Gumbel com parâmetros estimados por Máxima Verossimilhança

Parâmetros: alfa= 29,7038 ;Beta = 72,088

Teste de Aderência: Kolmogorov-Smirnov: Dmax =0,1028

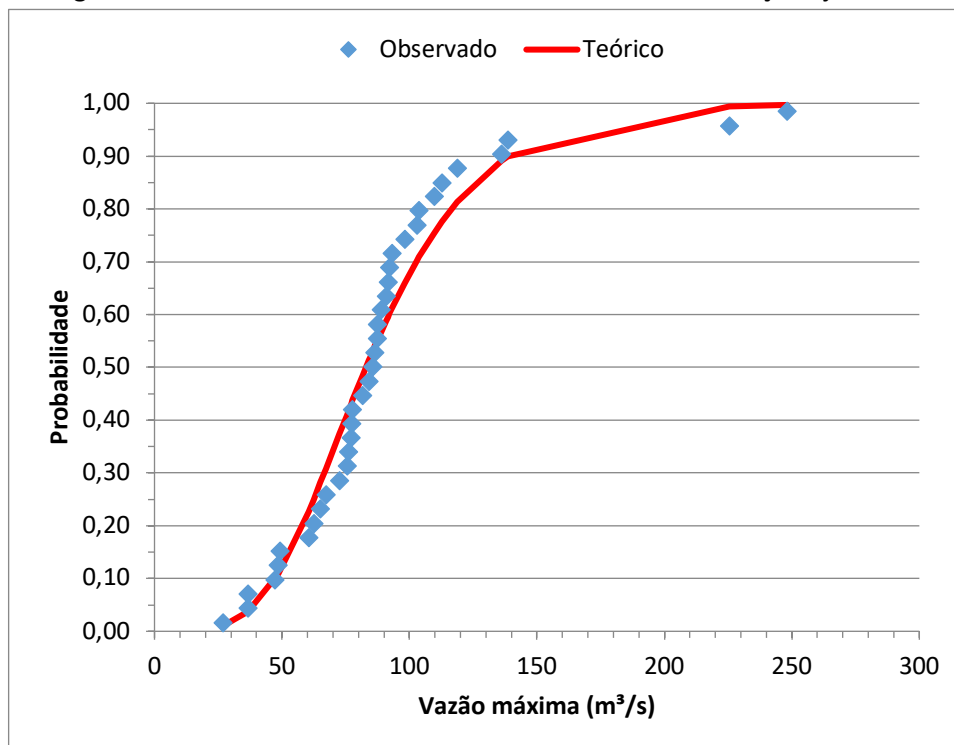
Anderson Darling: AD= 0,7046

N = 37

Tabela 54 - vazões máximas estimadas.

T -Período de Retorno (anos)	Q- Vazão Máxima (m ³ /s)
2	82,975
5	116,642
10	138,932
20	160,314
25	167,096
50	187,999
100	208,730

Figura 85 - aderência da série de máximas anuais à distribuição ajustada.



Estação : 65094500

Distribuição: Gumbel com parâmetros estimados pelo método Chow

Parâmetros: alfa= 92,29318 ;Beta =141,990

Teste de Aderência: Kolmogorov-Smirnov: Dmax: =0,0488

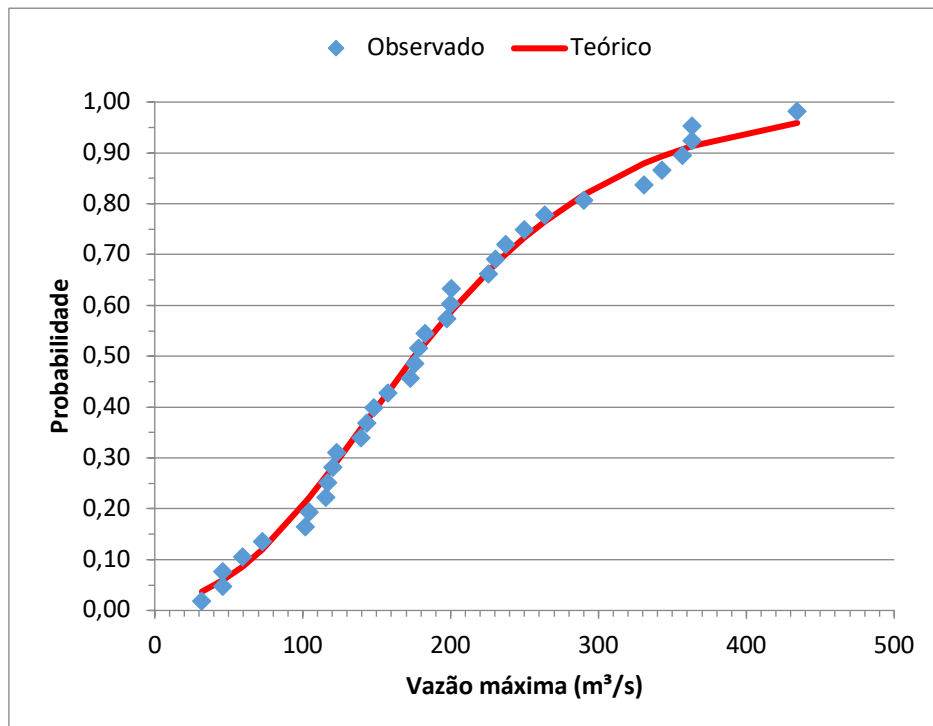
Anderson Darling: AD= 0,193

N = 34

Tabela 55 - vazões máximas estimadas.

T -Período de Retorno (anos)	Q- Vazão Máxima (m ³ /s)
2	175,817
5	280,424
10	349,684
20	416,119
25	437,193
50	502,112
100	566,520

Figura 86 - aderência da série de máximas anuais à distribuição ajustada



Estação : 65095000

Distribuição: GEVI com parâmetros estimados pelo método dos L-moments

Parâmetros: $k= 0,0598$; $\alpha = 89,4312$; $\beta = 215,2935$

Teste de Aderência: Kolmogorov-Smirnov: $D_{\max} = 0,0719$

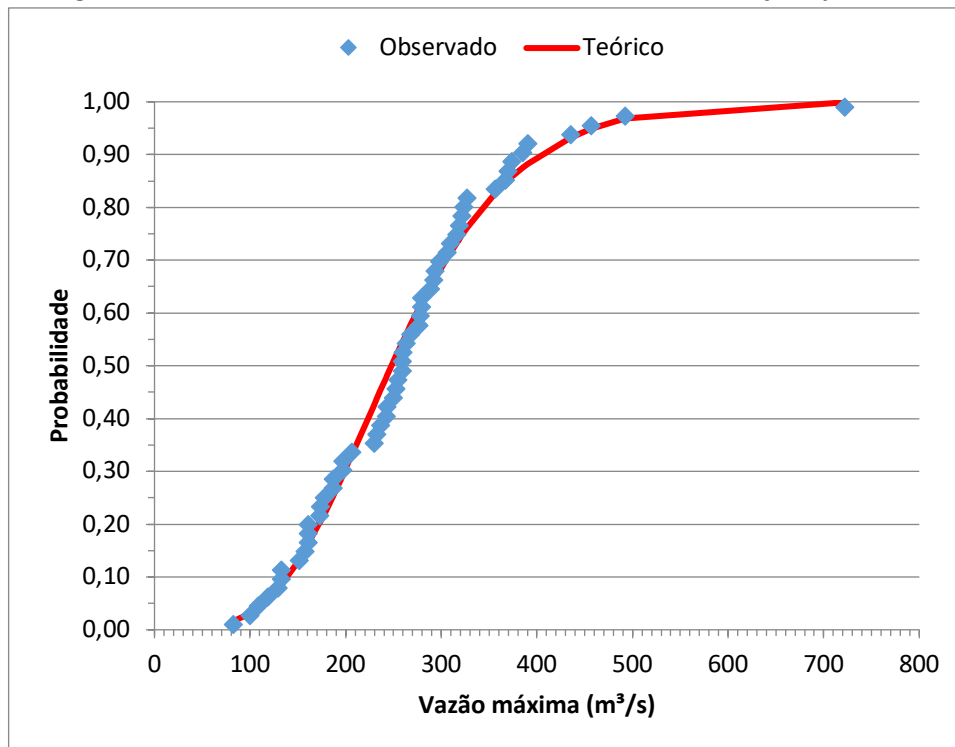
Anderson Darling: $AD = 0,3436$

$N = 58$

Tabela 56 - vazões máximas estimadas.

T -Período de Retorno (anos)	Q- Vazão Máxima (m^3/s)
2	247,716
5	343,597
10	403,594
20	458,67
25	475,651
50	526,529
100	574,957

Figura 87 - aderência da série de máximas anuais à distribuição ajustada.



Estação : 65100000

Distribuição: GEV com parâmetros estimados pelo método dos L-moments

Parâmetros: $k=-0,1021$; $\alpha =108,669$; $\beta = 263,450$

Teste de Aderência: Kolmogorov-Smirnov: $D_{\max} =0,0710$

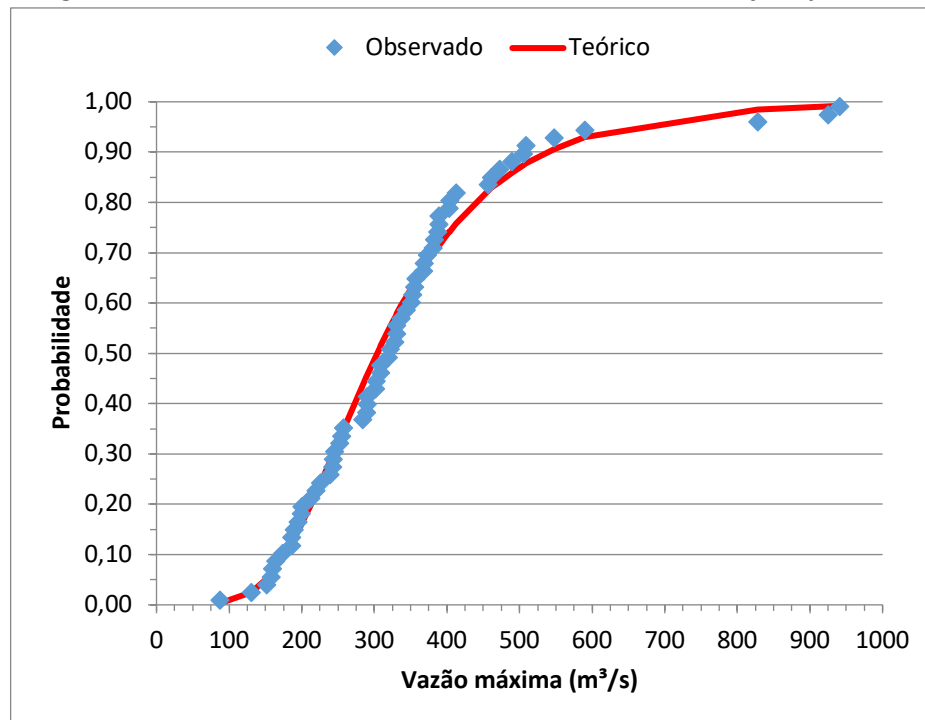
Anderson Darling: $AD= 0,3885$

$N = 64$

Tabela 57 - vazões máximas estimadas.

T -Período de Retorno (anos)	Q- Vazão Máxima (m ³ /s)
2	304,033
5	439,591
10	538,37
20	640,506
25	674,504
50	784,361
100	304,033

Figura 88 - aderência da série de máximas anuais à distribuição ajustada.



Estação : 65180000

Distribuição: GEV com parâmetros estimados pelo método dos L-moments

Parâmetros: $k=-0,1056$; $\alpha = 39,8746$; $\beta = 887,5770$

Teste de Aderência: Kolmogorov-Smirnov: $D_{\max} = 0,0639$

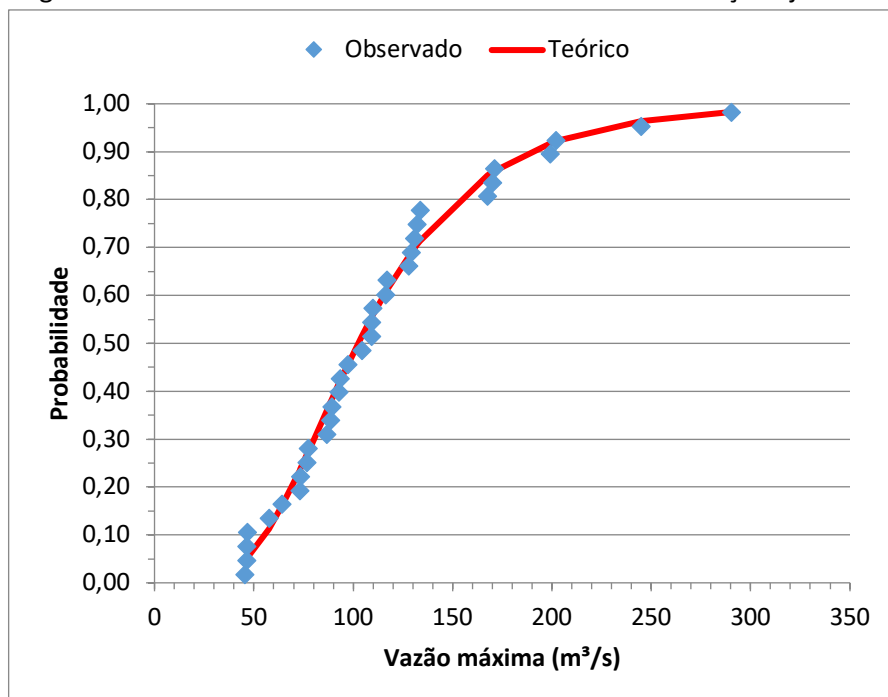
Anderson Darling: $AD = 0,2206$

$N = 34$

Tabela 58 - vazões máximas estimadas.

T -Período de Retorno (anos)	Q- Vazão Máxima (m ³ /s)
2	102,479
5	152,384
10	188,869
20	226,691
25	239,302
50	280,117
100	323,742

Figura 89 - aderência da série de máximas anuais à distribuição ajustada.



Estação : 82350000

Distribuição: GEV com parâmetros estimados pelo método dos L-moments

Parâmetros: $k=0,0626$; $\alpha = 40,025$; $\beta = 76,3734$

Teste de Aderência: Kolmogorov-Smirnov: $D_{max} = 0,0546$

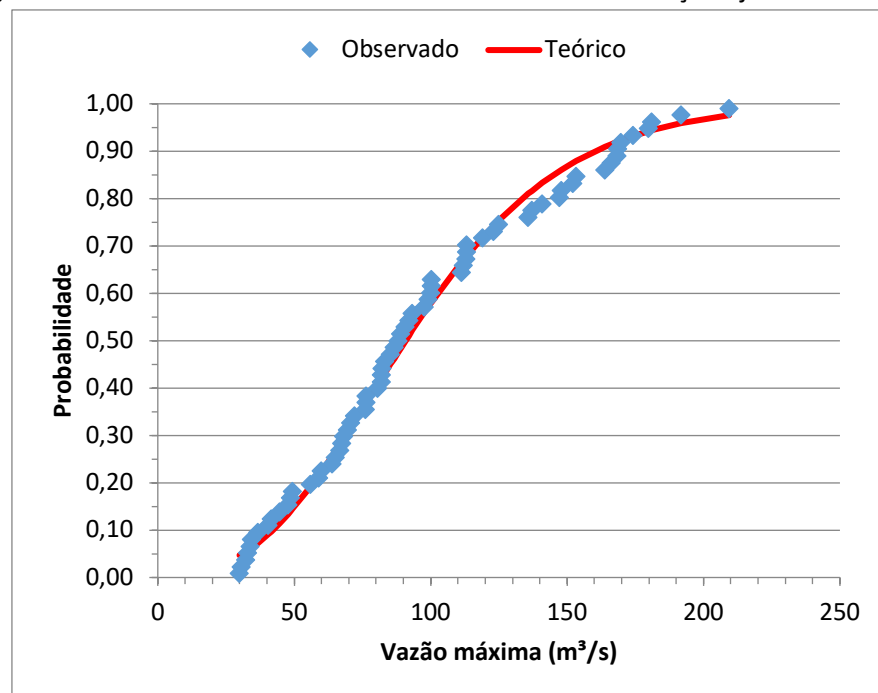
Anderson Darling: $AD = 0,3874$

$N = 69$

Tabela 59 - vazões máximas estimadas.

T -Período de Retorno (anos)	Q- Vazão Máxima (m^3/s)
2	90,876
5	113,676
10	160,388
20	184,858
25	192,393
50	214,938
100	236,356

Figura 90 - aderência da série de máximas anuais à distribuição ajustada.



Estação : 83345000

Distribuição: GEV com parâmetros estimados pelo método dos L-moments

Parâmetros: $k=-0,2254$; $\alpha = 330,0887$; $\beta = 491,779$

Teste de Aderência: Kolmogorov-Smirnov: $D_{\max} = 0,0883$

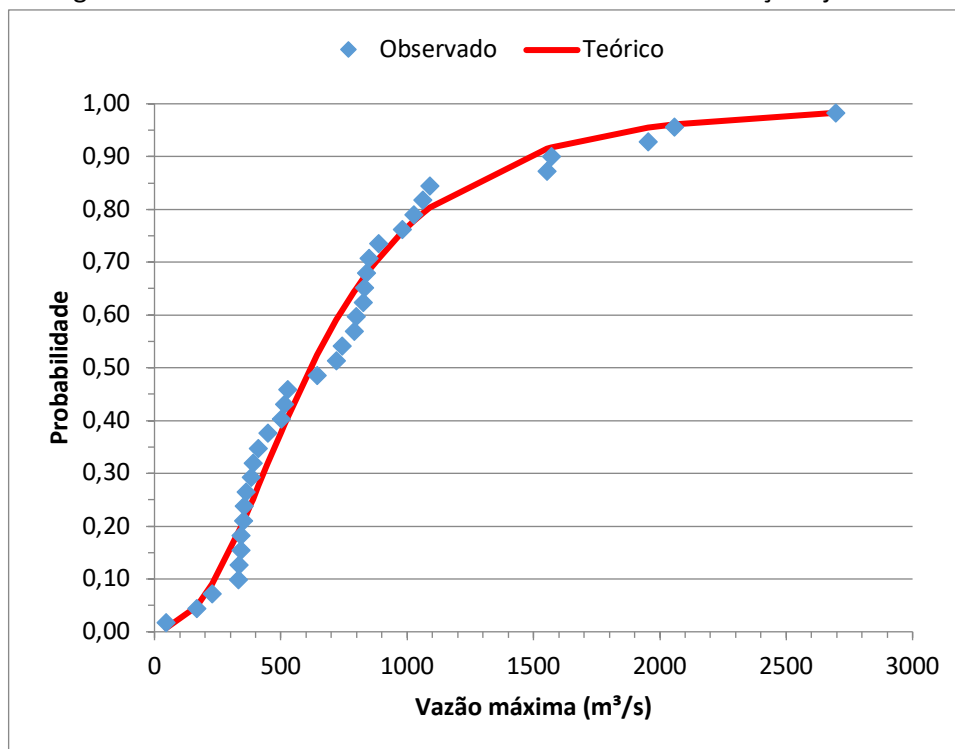
Anderson Darling: $AD = 0,411$

$N = 36$

Tabela 60 - vazões máximas estimadas.

T -Período de Retorno (anos)	Q- Vazão Máxima (m ³ /s)
2	617,899
5	1080,875
10	1459,331
20	1887,737
25	2038,81
50	2556,206
100	3157,657

Figura 91 - aderência da série de máximas anuais à distribuição ajustada.



4.3.2.2.3 Vazões mínimas

Estação :6509000

Distribuição: Weibul com parâmetros estimados pelo método dos momentos

Parâmetros:;alfa = 8,41132; beta = 4,0998

Teste de Aderência: Kolmogorov-Smirnov: Dmax: =0,1091

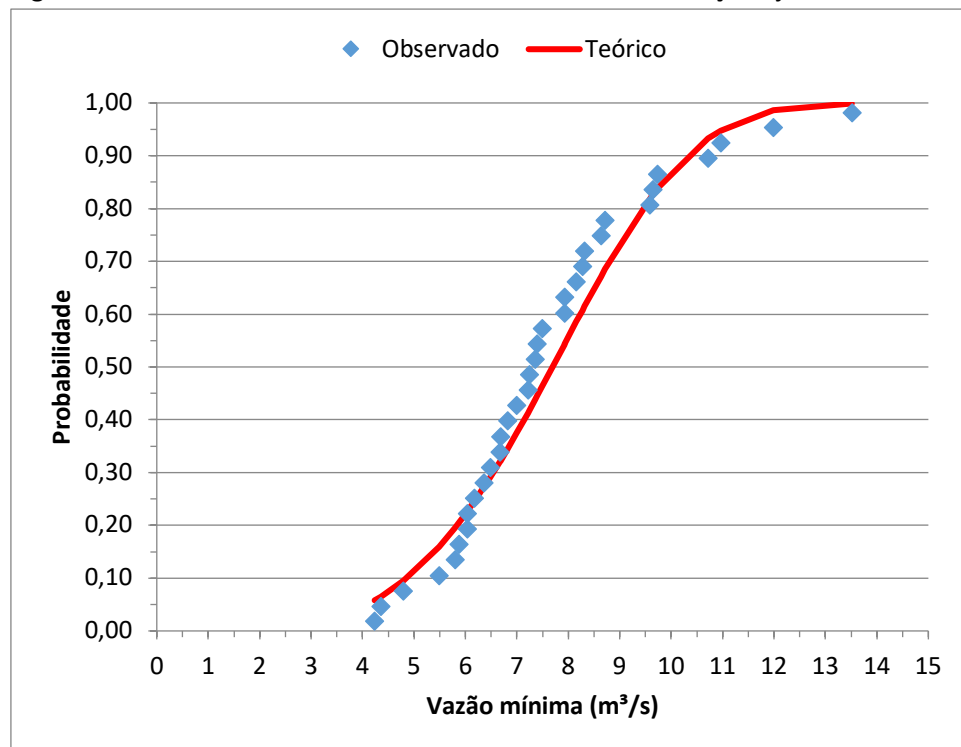
Anderson Darling: AD= 0,6894

N = 34

Tabela 61 - vazões mínimas estimadas.

T -Período de Retorno (anos)	Q- Vazão Mínima (m ³ /s)
2	7,692
5	5,834
10	4,858
20	4,076
25	3,855
50	3,247
100	2,739

Figura 92 - aderência da série de mínimas anuais à distribuição ajustada.



Estação :65094500

Distribuição: Weibul com parâmetros estimados pelo método dos momentos

Parâmetros: alfa = 7,31908; beta = 1,7539

Teste de Aderência: Kolmogorov-Smirnov: Dmax: =0,0745

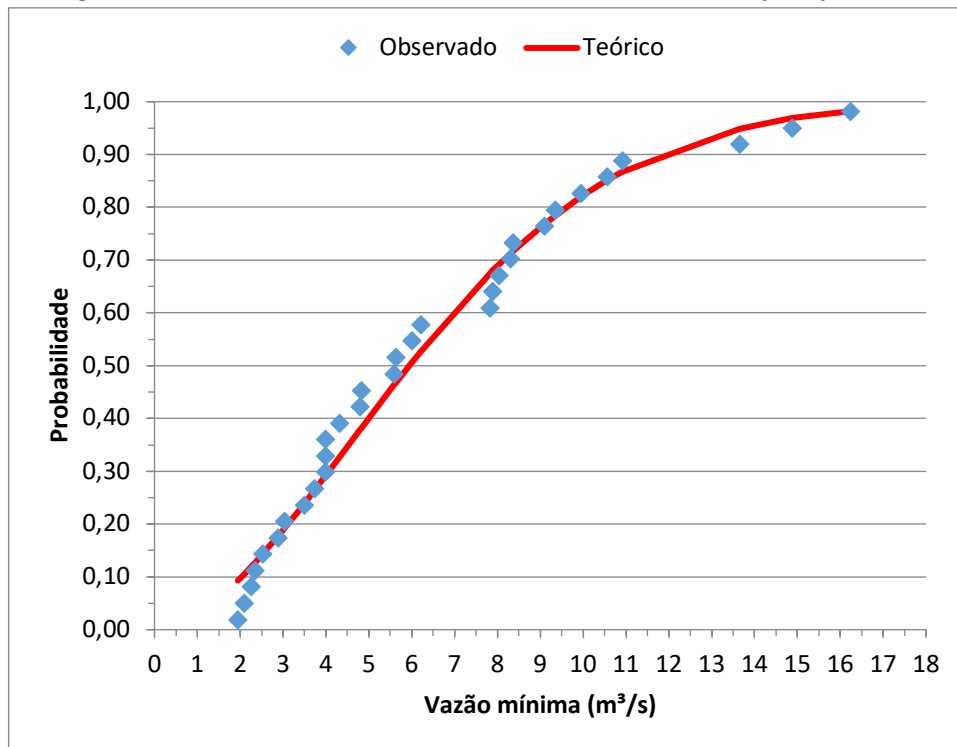
Anderson Darling: AD= 0,3636

N = 32

Tabela 62 - vazões mínimas estimadas.

T - Período de Retorno (anos)	Q- Vazão Mínima (m ³ /s)
2	5,939
5	3,112
10	2,029
20	1,346
25	1,182
50	0,791
100	0,531

Figura 93 - aderência da série de mínimas anuais à distribuição ajustada.



Estação :65095000

Distribuição: Weibul com parâmetros estimados pelo método dos momentos

Parâmetros:;alfa =19,9203; beta =2,7395

Teste de Aderência: Kolmogorov-Smirnov: Dmax: =0,0716

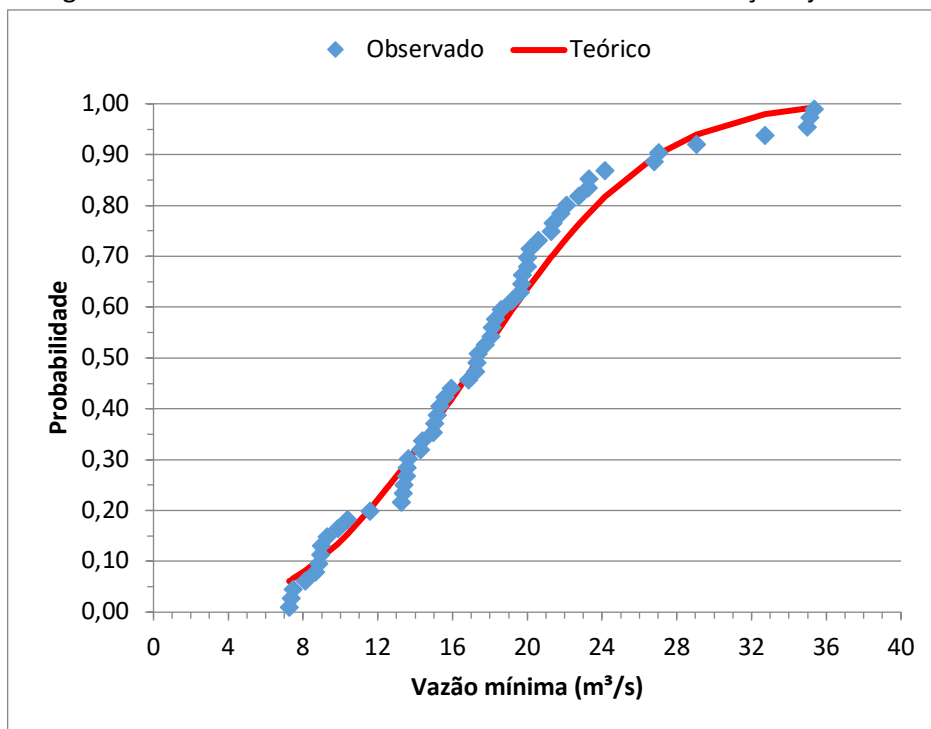
Anderson Darling: AD= 0,6284

N =58

Tabela 63 - vazões mínimas estimadas.

T -Período de Retorno (anos)	Q- Vazão Mínima (m ³ /s)
2	17,426
5	11,522
10	8,761
20	6,736
25	6,198
50	4,794
100	3,716

Figura 94 - aderência da série de mínimas anuais à distribuição ajustada.



Estação :65100000

Distribuição: Weibul com parâmetros estimados pelo método dos momentos

Parâmetros: alfa =24,746; beta =2,8752

Teste de Aderência: Kolmogorov-Smirnov: Dmax: =0,0832

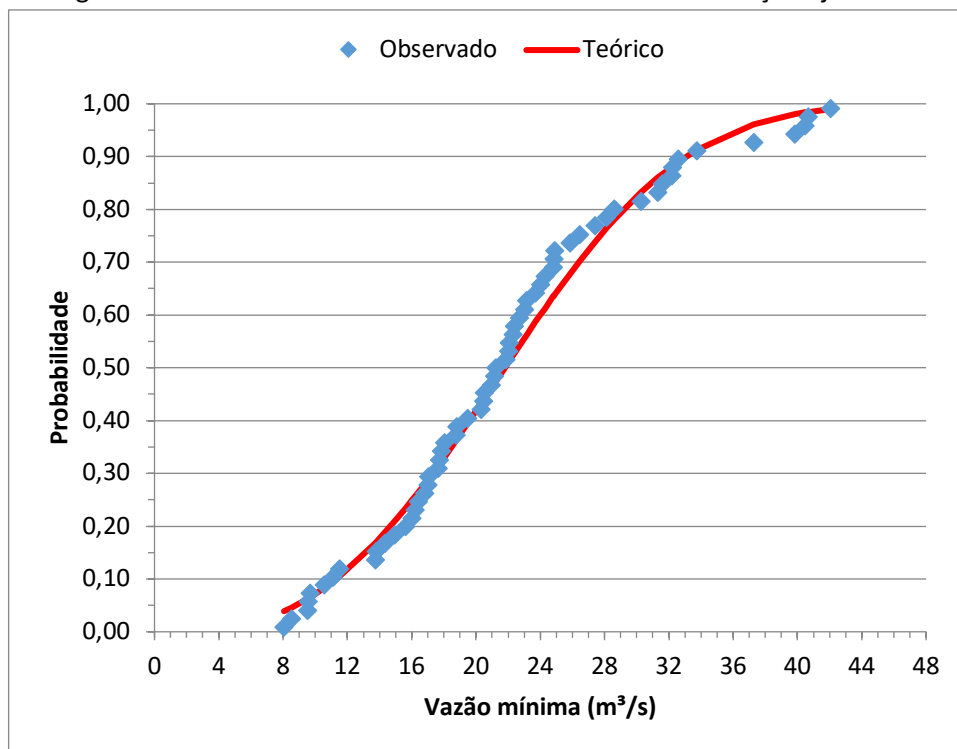
Anderson Darling: AD= 0,4647

N = 63

Tabela 64- vazões mínimas estimadas.

T -Período de Retorno (anos)	Q- Vazão Mínima (m ³ /s)
2	21,784
5	14,687
10	11,313
20	8,808
25	8,135
50	6,37
100	4,996

Figura 95 - aderência da série de mínimas anuais à distribuição ajustada.



Estação :65180000

Distribuição: Weibul com parâmetros estimados pelo método dos momentos

Parâmetros:;alfa =3,4075; beta =3,16017

Teste de Aderência: Kolmogorov-Smirnov: Dmax: =0,0899

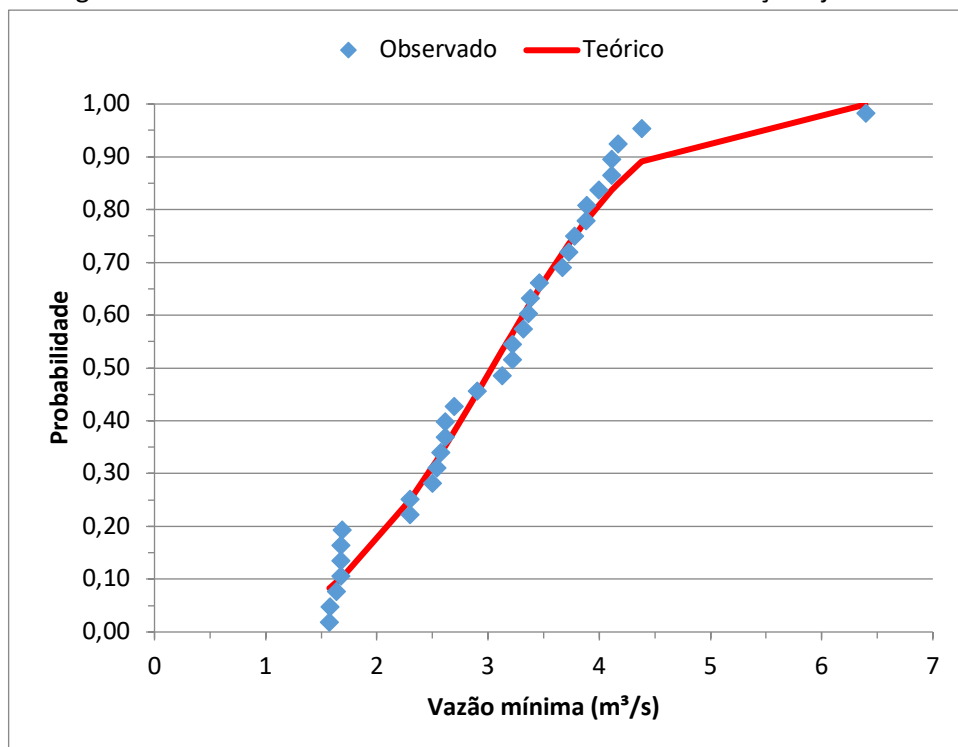
Anderson Darling: AD= 0,5476

N = 34

Tabela 65 - vazões mínimas estimadas.

T -Período de Retorno (anos)	Q- Vazão Mínima (m ³ /s)
2	3,034
5	2,120
10	1,672
20	1,331
25	1,238
50	0,991
100	0,795

Figura 96 - aderência da série de mínimas anuais à distribuição ajustada.



Estação :82320000

Distribuição: Weibul com parâmetros estimados pelo método dos momentos

Parâmetros: alfa =1,8194; beta =2,6849

Teste de Aderência: Kolmogorov-Smirnov: Dmax: =0,0877

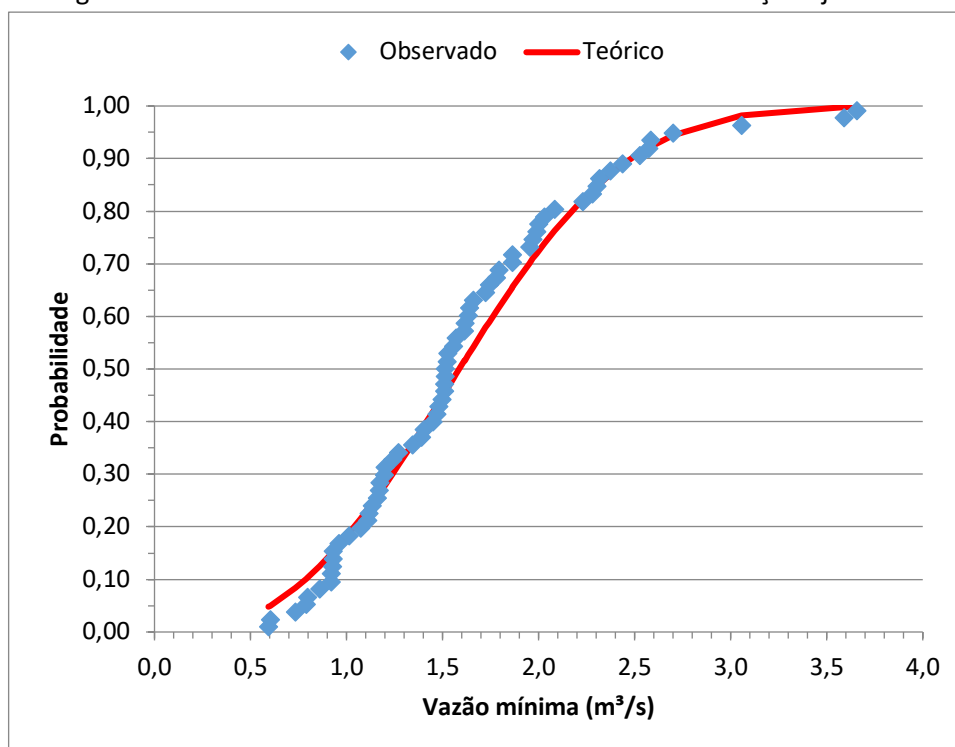
Anderson Darling: AD= 0,7263

N = 69

Tabela 66 - vazões mínimas estimadas.

T -Período de Retorno (anos)	Q- Vazão Mínima (m ³ /s)
2	1,587
5	1,041
10	0,787
20	0,602
25	0,553
50	0,425
100	0,328

Figura 97 - aderência da série de mínimas anuais à distribuição ajustada.



Estação :83345000

Distribuição: Weibul com parâmetros estimados pelo método dos momentos

Parâmetros: alfa =4,5535; beta =1,5638

Teste de Aderência: Kolmogorov-Smirnov: Dmax: =0,0689

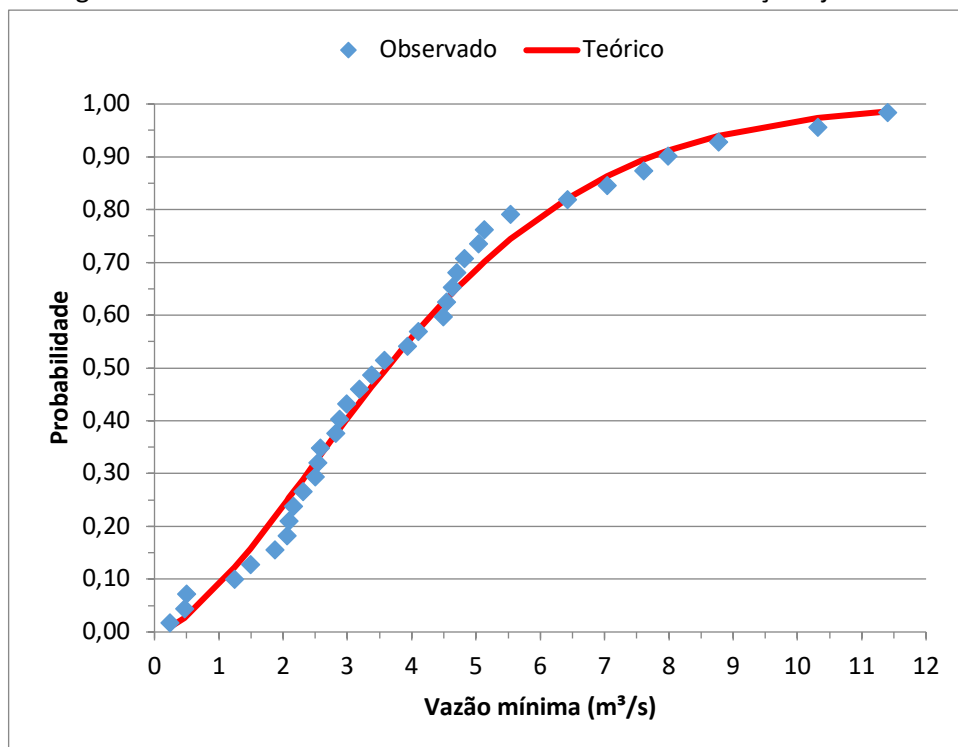
Anderson Darling: AD= 0,255

N = 69

Tabela 67 - vazões mínimas estimadas.

T -Período de Retorno (anos)	Q- Vazão Mínima (m ³ /s)
2	3,602
5	1,745
10	1,08
20	0,682
25	0,589
50	0,376
100	0,24

Figura 98 - aderência da série de mínimas anuais à distribuição ajustada.



4.3.2.2.4 Regionalização das vazões mínimas

Foi realizada a regionalização das vazões mínimas com 7 dias de duração e período de retorno de 10 anos ($Q_{7;10}$). Foram testadas como variáveis dependentes a área (A), Densidade de drenagem (Dd), Precipitação média anual (Prec), Declividade média (DEc), vazão média de longo termo (QMT) e a vazão média da série de mínimas anuais (QMMA). Na Tabela 68 consta matriz de correlação destas variáveis, onde destacam-se a Área, a Vazão média de longo termo e a média da série de mínimas anuais.

Tabela 68 - matriz de correlação entre as variáveis predictoras de vazão $Q_{7;10}$.

	A	Dd	Prec	Dec	QMT	QMMA	$Q_{7;10}$
A	1						
Dd	-0,31388	1					
Prec	-0,52584	0,945783	1				
Dec	-0,61858	0,84836	0,973706	1			
QMT	0,998877	-0,35162	-0,55524	-0,63965	1		
QMMA	0,984771	-0,31455	-0,51224	-0,58988	0,988077	1	
$Q_{7;10}$	0,992834	-0,21851	-0,43514	-0,5337	0,989488	0,988862	1

Na análise de regressão foram selecionados dois modelos, o primeiro em função da área de drenagem e representado pela equação:

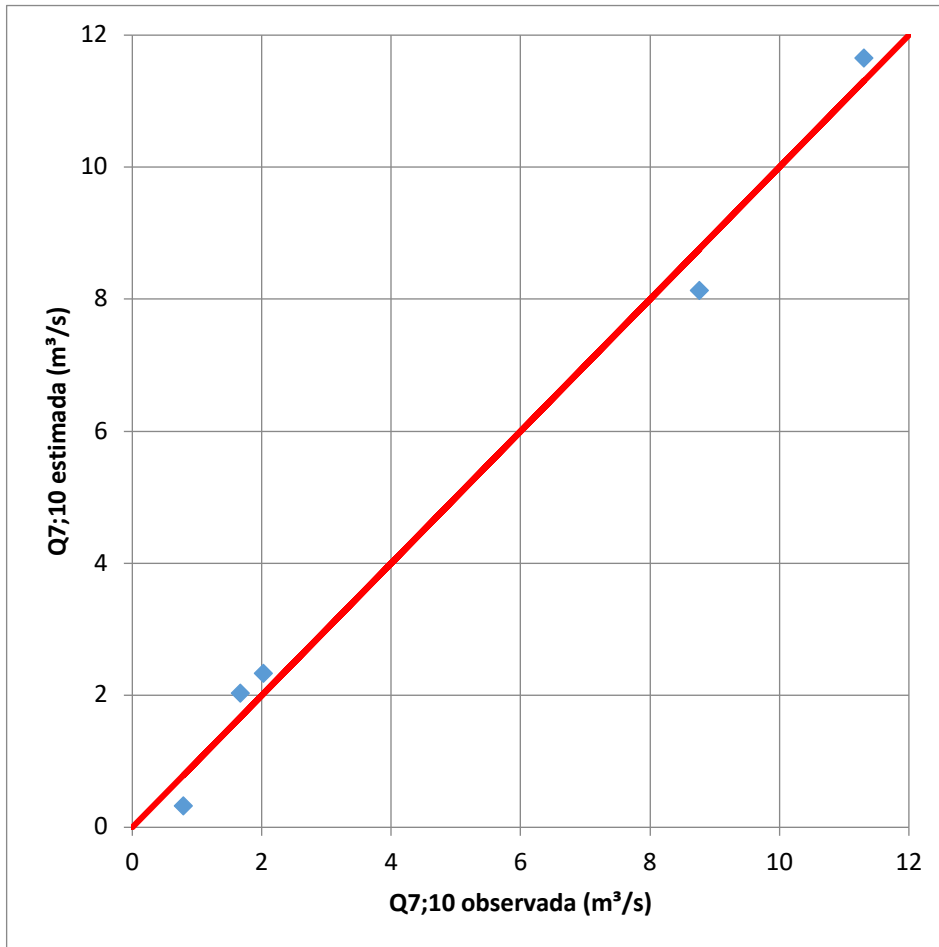
$$Q_{7;10} = 0,000773A^{1,184} \quad (R^2 = 0,990)$$

Em que:

- Q = vazão mínima em 7 dias com período de retorno de 10 anos (m^3/s)
- A = área de drenagem (km^2)

Na Figura 99 pode-se visualizar os desvios das vazões observadas em relação as estimadas.

Figura 99 - vazão $Q_{7;10}$ observada x $Q_{7;10}$ estimada pela regionalização.



O segundo modelo teve como variável dependente a vazão média da série de mínimas anuais (QMMA) e representado pela equação:

$$Q_{7;10} = 0,215QMMA^{1,303} \quad (R^2 = 0,998)$$

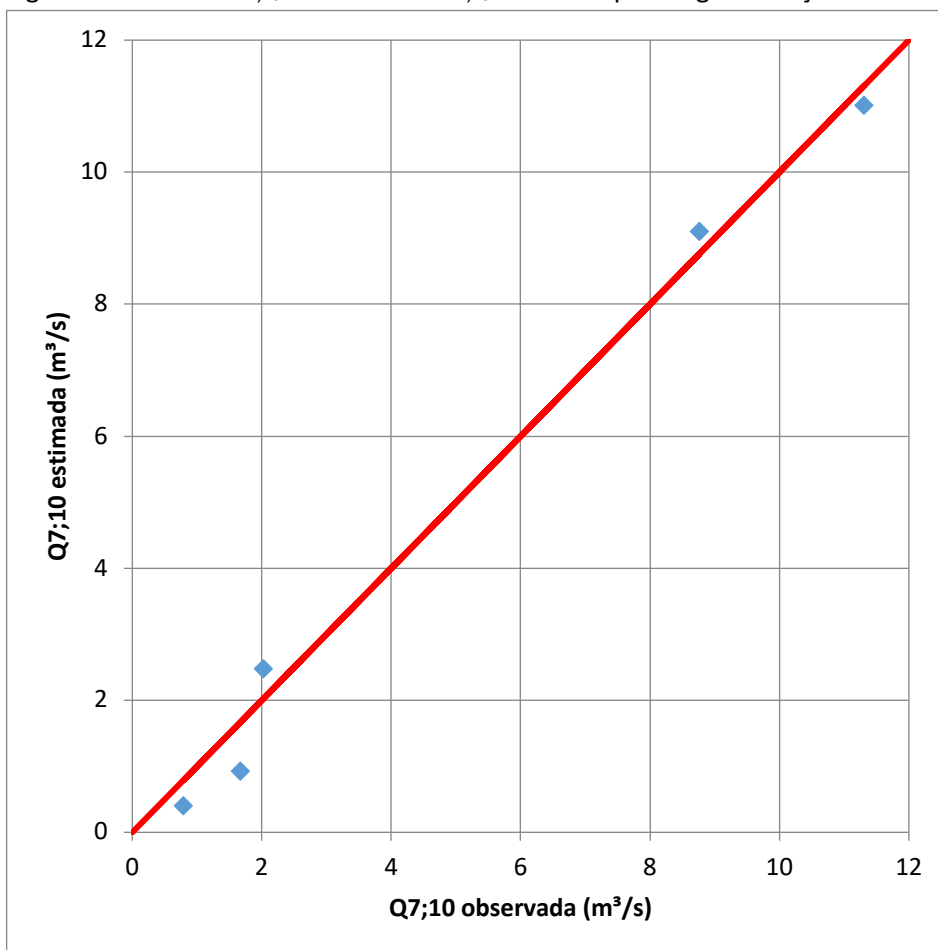
Em que:

Q = vazão mínima em 7 dias com período de retorno de 10 anos (m^3/s)

A = área de drenagem (km^2)

Na Figura 100 pode-se visualizar os desvios das vazões observadas em relação as estimadas.

Figura 100 - vazão $Q_{7;10}$ observada x $Q_{7;10}$ estimada pela regionalização.



Como o modelo em função da área pode ser aplicado em locais sem medição de vazão e também pelo fato de ter estimativas dos valores das vazões mínimas para áreas menores mais precisas, recomenda-se o uso do modelo em função da área de drenagem.

4.3.2.2.5 Curva de permanência de vazões

A curva de permanência representa a frequência de ocorrência das vazões do rio, sendo utilizada para caracterizar a disponibilidade hídrica em função de sua representatividade dos períodos de estiagens.

Para critérios de outorga de uso da água é comum adotar valores da curva de permanência de vazões médias mensais, como a Q_{95} que representa a vazão que é igualada ou superada em 95 % do tempo.

4.3.2.2.5.1 Curva de permanência de vazões mensais

Na Figura 101 estão representadas as curvas de permanência de vazões médias mensais das duas estações fluviométricas representativas da área em estudo. Para fins de regionalização pode-se adimensionalizar os valores de permanência em função da vazão média de longo termo, conforme representado na Figura 102. Como estas estações apresentam valores adimensionalizados semelhantes foi possível ajustar um modelo matemático para a estimativa da vazão mensal com permanência p (%) (QP) em função da vazão média de longo termo. O modelo adotado é o Racional com a seguinte expressão:

$$\frac{QP}{QMLT} = \frac{3,8087 - 0,036651P}{1 + 0,06382P - 0,0005943P^2}$$

Em que:

Qp é a vazão média mensal com P % de ocorrência (m³/s);

P é ao percentual de permanência ($2 \leq P \leq 98$);

QMLT é a vazão média de longo termo (m³/s).

Na figura, pode-se observar que o modelo representa bem a vazão média para a área em estudo ($R^2 = 0,995$), com erro padrão de 0,0625 m³/s.

Figura 101 - curva de permanência de vazões mensais das estações fluviométricas representativas da área de estudo.

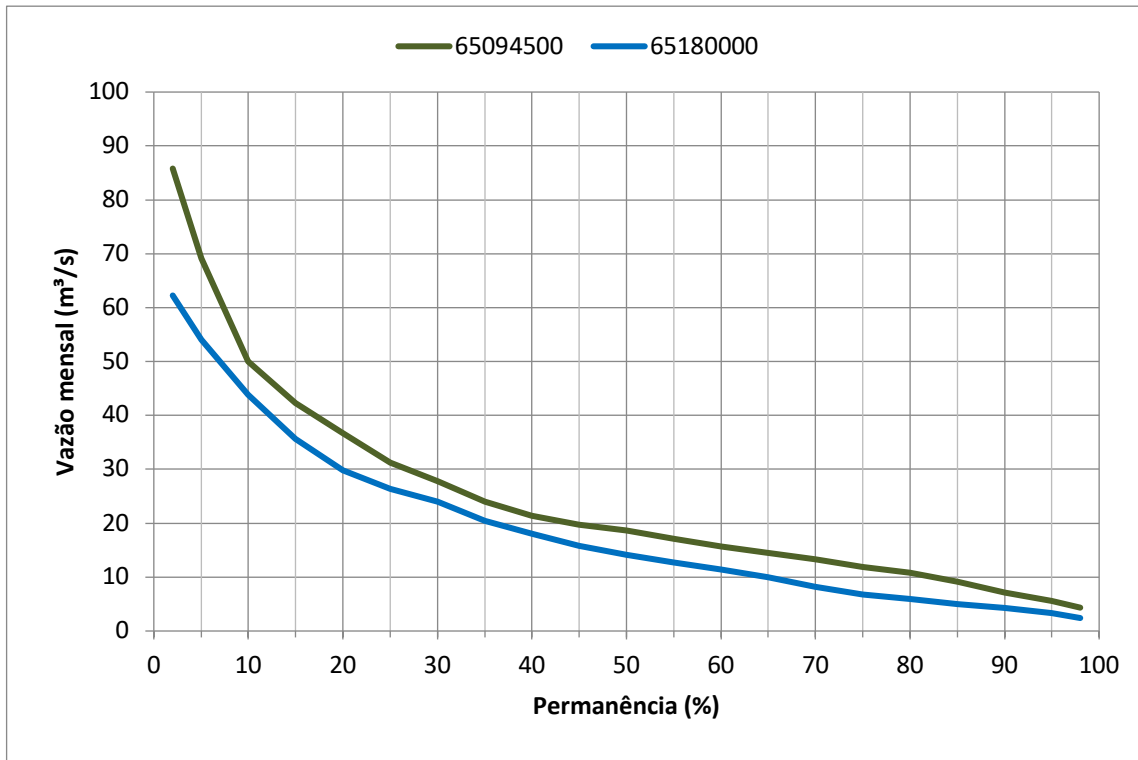
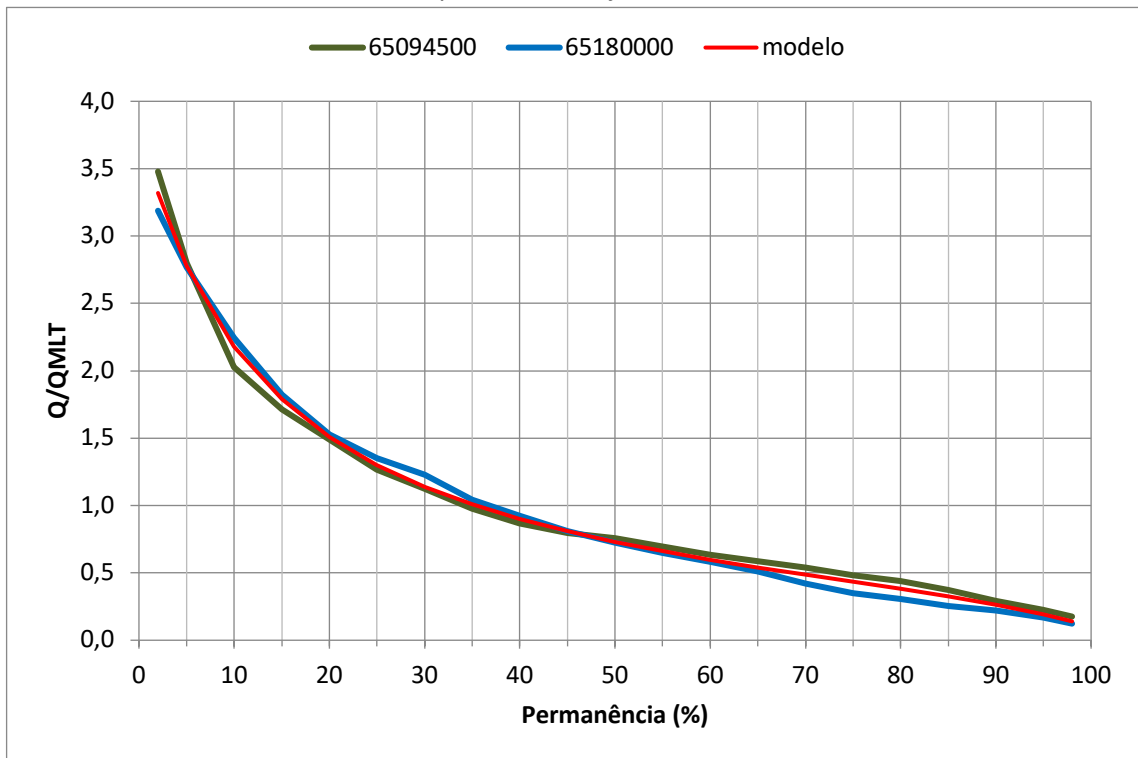


Figura 102 - curva de permanência adimensionalizada pela vazão média de longo termo e a estimada pelo modelo ajustado.



Após as regionalizações das curvas de permanência das vazões mensais, as unidades de gestão foram objeto de cálculo em função das expressões adimensionalizadas, sendo os resultados apresentados nas figuras posteriores.

Figura 103 – curva de permanência das vazões médias mensais para a UG1.

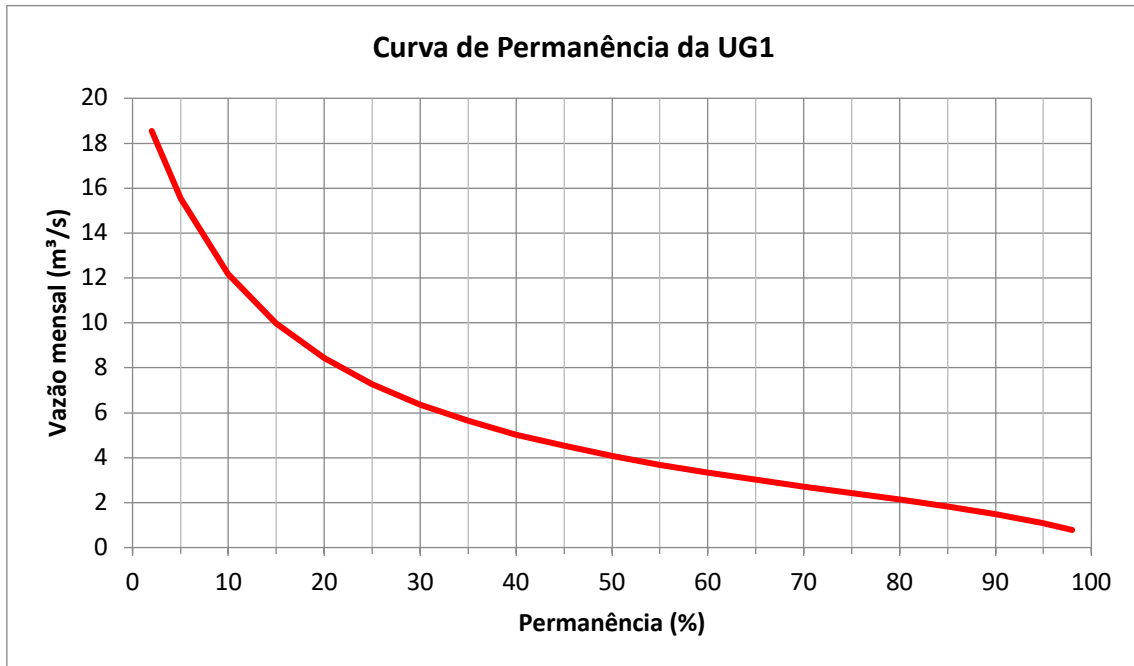


Figura 104 – curva de permanência das vazões médias mensais para a UG2.

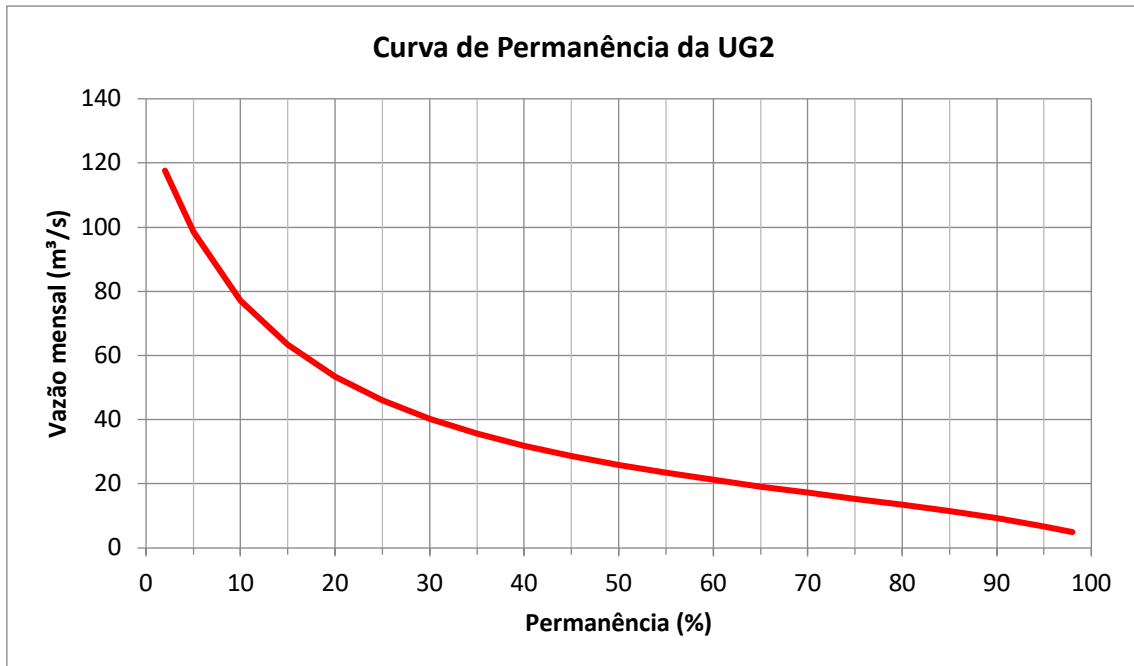


Figura 105 – curva de permanência das vazões médias mensais para a UG3.

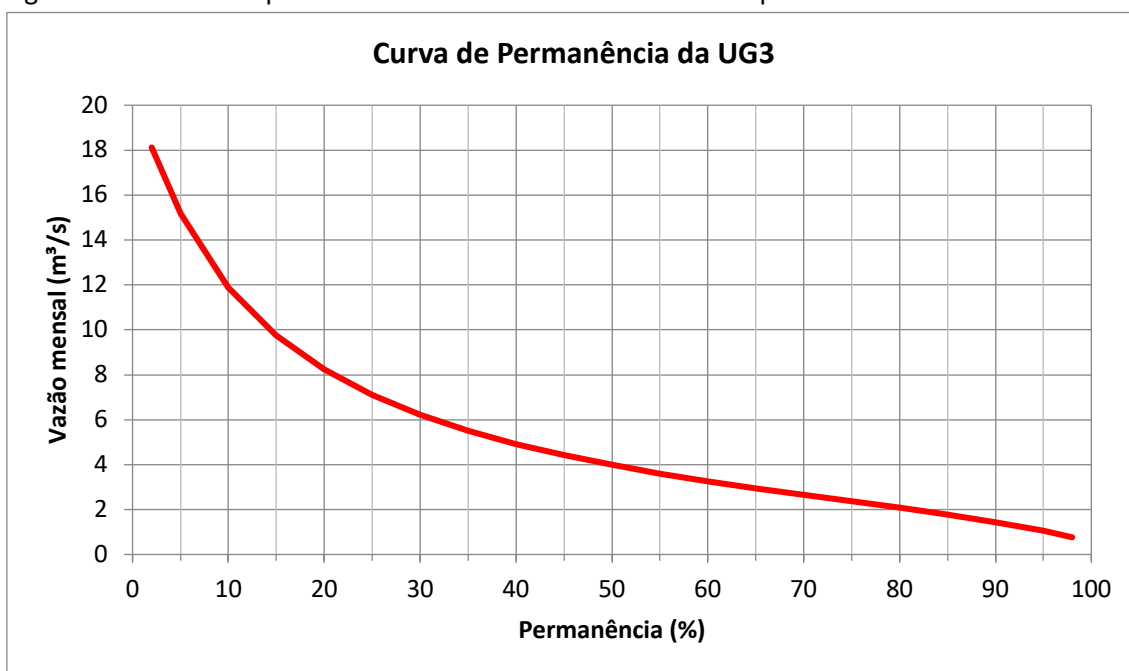


Figura 106 – curva de permanência das vazões médias mensais para a UG4.

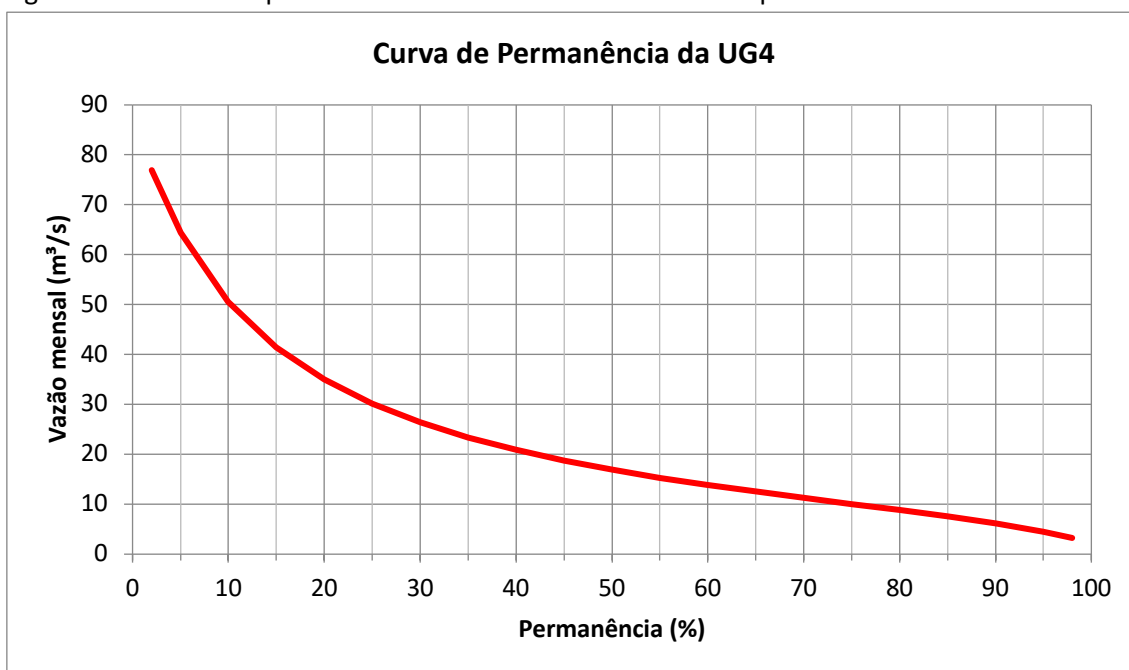


Figura 107 – curva de permanência das vazões médias mensais para a UG5.

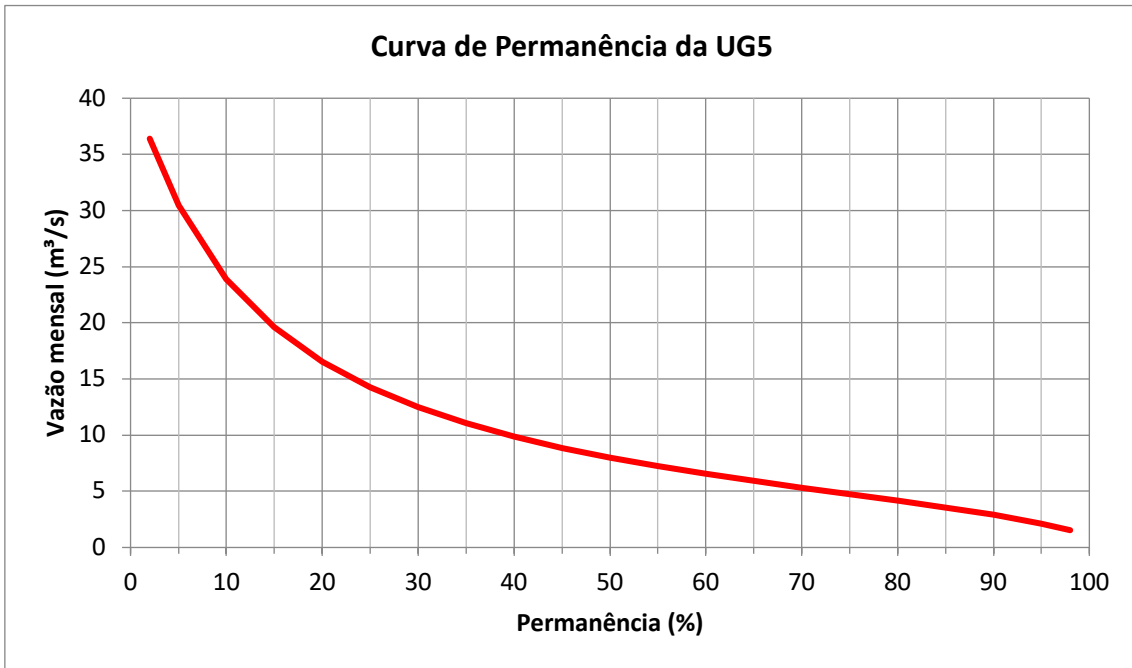


Figura 108 – curva de permanência das vazões médias mensais para a UG6.

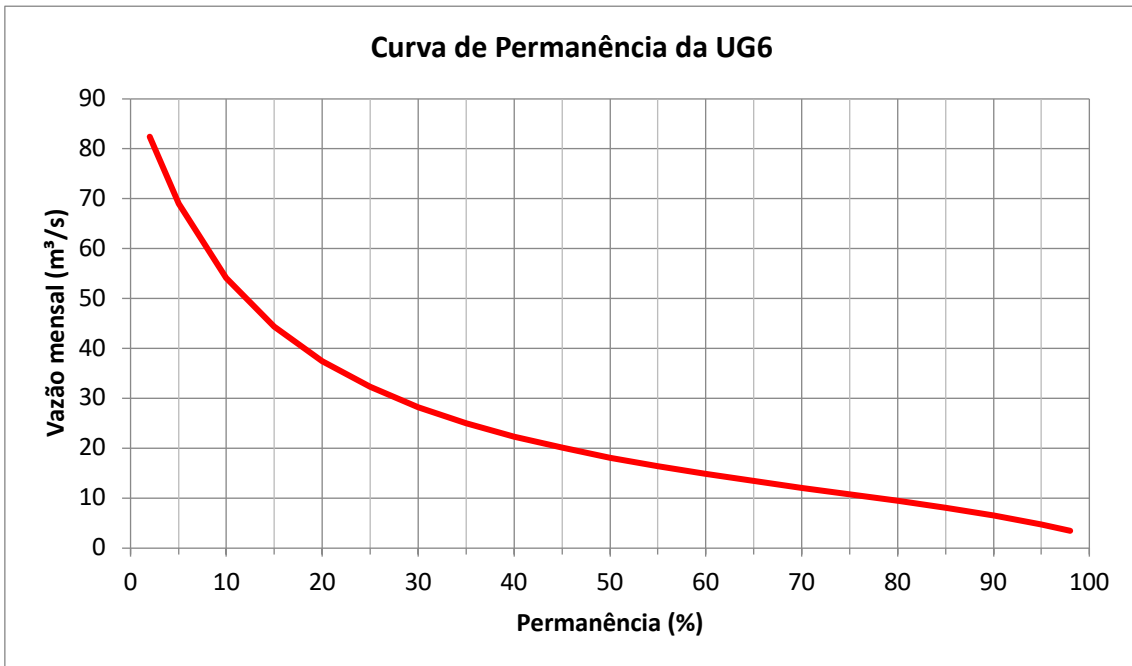


Figura 109 – curva de permanência das vazões médias mensais para a UG7.

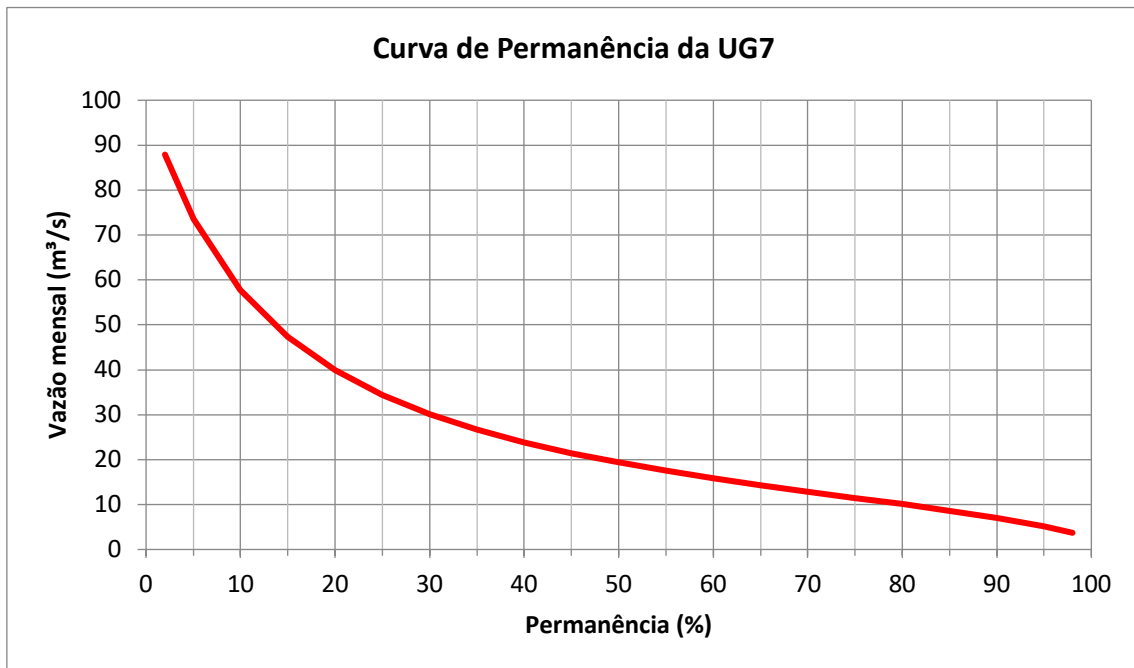
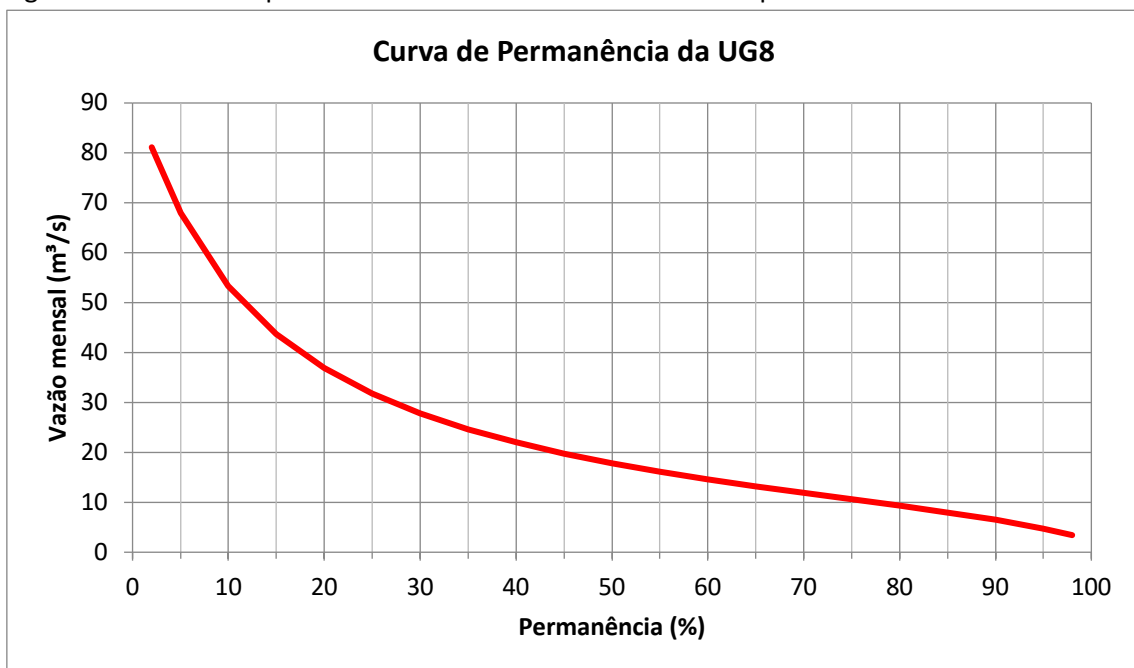


Figura 110 – curva de permanência das vazões médias mensais para a UG8.



4.3.2.2.5.2 Curva de permanência de vazões diárias

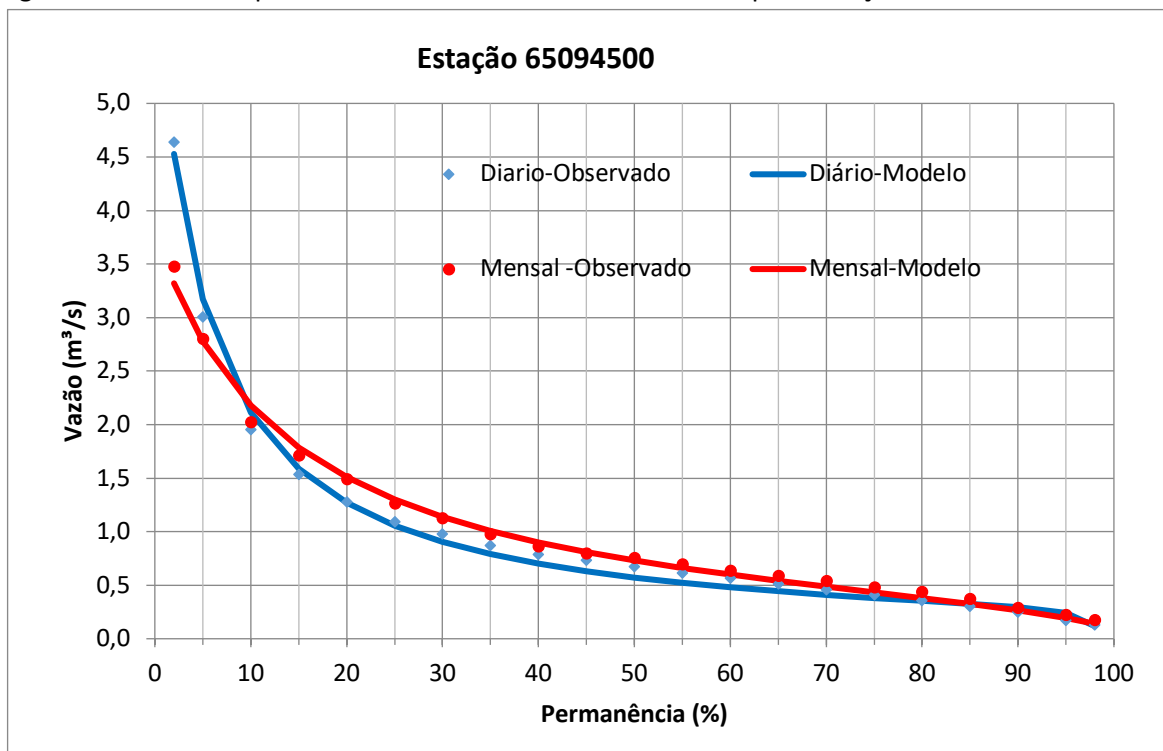
Nas Figura 111 e Figura 112 estão representadas as curvas de permanência mensal e diária adimensionalizadas para as estações 650945000 e 65180000. Para a estação 650945000 o modelo ajustado é dado por:

$$\frac{QP}{QMLT} = \frac{6,3307721 - 0,06407P}{1 + 0,1889P - 0,00199P^2}$$

$$R^2 = 0,9938$$

$$E_p = 0,09150$$

Figura 111 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para estação 65094500.



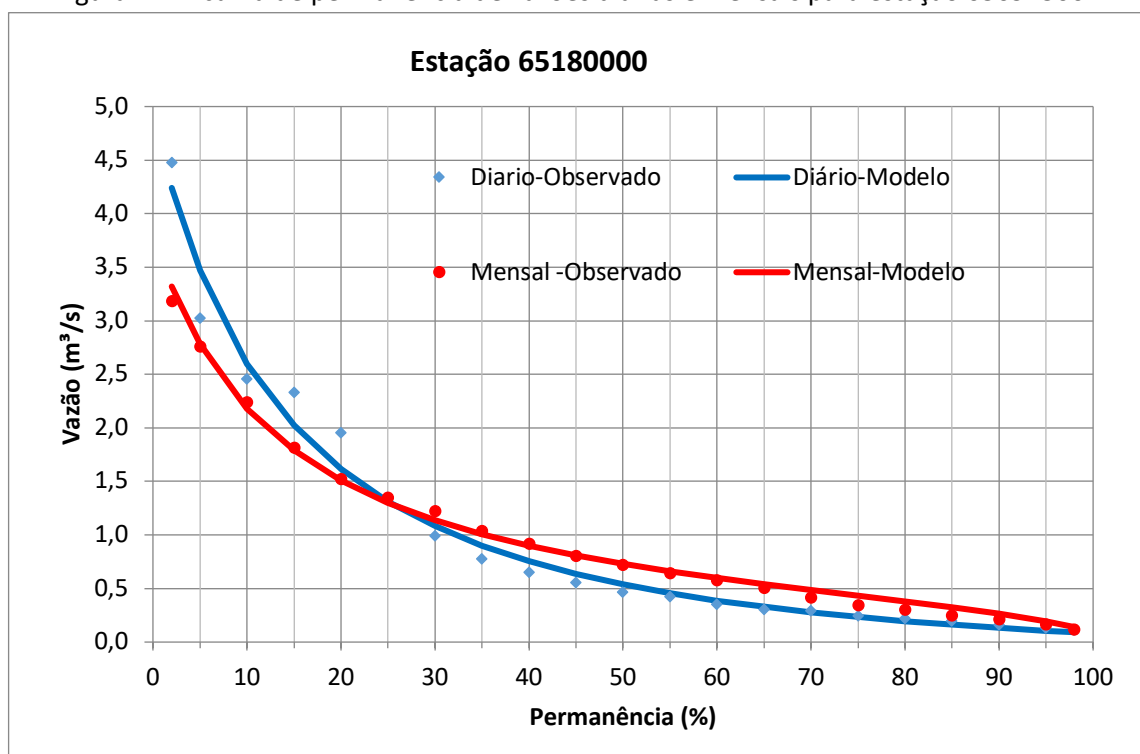
Para a estação 65180000 o modelo ajustado é dados por:

$$\frac{QP}{QMLT} = \frac{4,92245 - 0,03925P}{1 + 0,0704P + 0,00039P^2}$$

$$R^2 = 0,98025$$

$$E_p = 0,1790$$

Figura 112 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para estação 65094500.



Em função das diferenças estatísticas devido ao detalhamento diário das vazões obtidas, houve a necessidade de segmentar as unidades hidrologicamente consistentes ao seu respectivo domínio hidrológico. Como objeto de subsídio foram comparados os dados do meio físico como altimetria, pedologia, geologia, hidrogeologia, precipitação e do meio biótico como uso da terra, derivando-se assim os domínios abaixo apresentados.

Domínio estação 65180000: UG1, UG2, UG3 e UG4;

Domínio estação 65094500: UG5, UG6, UG7 e UG8.

4.3.2.2.5.3 Variação sazonal da curva de permanência de vazões diárias

Foi determinado a curva de permanência das vazões diárias para cada mês do ano. Esta foi adimensionalizada pela vazão média do mês, conforme a expressão:

$$\frac{QP}{QM} = \frac{a + bP}{1 + cP + dP^2}$$

Em que:

Qp é a vazão média mensal com P % de ocorrência (m³/s);

P é o percentual de permanência (2 ≤ P ≤ 98);

QM é a vazão média do mês considerado (m³/s);

a, b, c, d são coeficientes ajustados para cada mês e estação fluviométrica.

Na

Tabela 69 estão os coeficientes ajustados para a estação fluviométrica 65094500. Nas as figuras 69 a 80 estão representadas as curvas observadas e estimadas pelo modelo ajustado para os meses de janeiro a dezembro.

Na Tabela 70 estão os coeficientes ajustados para a estação fluviométrica 65180000. Nas Figuras 113 a 124 estão representadas as curvas observadas e estimadas pelo modelo ajustado para os meses de janeiro a dezembro.

Tabela 69 - coeficientes de ajuste do modelo de estimativa da Vazão (QP) em função do percentual de permanência (P) para estação 65094500.

Período	Coeficientes				Erro padrão	
	a	b	c	d	st	R ²
Jan.	5,40148217	-0,0543764	0,1345315	-0,0014198	0,04729	0,9965
Fev.	5,5772333	-0,05578075	0,14898950	-0,001517737	0,026677	0,9994
Mar.	3,8678868	-0,0390769	0,07833102	-0,00088307	0,06191	0,9949
Abr.	6,660263	-0,06698183	0,116918937	-0,00126244	0,07993	0,9967
Mai	6,813019	-0,0682273	0,21336379	-0,0021526374	0,048102	0,9984
Jun.	7,0649080	-0,07118852	0,229971	-0,00234695	0,141069	0,9860
Jul.	8,529218	-0,08647908	0,28019260	-0,002879376	0,13673	0,9900
Ago.	6,448564	-0,0654269	0,1976403	-0,002073987	0,113073	0,9906
Set.	7207609	2382517	879324,2	74581,99	0,065755	0,9978
Out.	5,37384137	-0,0542977	0,143413878	-0,00152402	0,064465	0,9964
Nov.	6,6088167	0,34950868	0,3425615	0,0070370	0,10534	0,9893
Dez.	6664119,36	5624220,37	2240946,60	117081,617	0,08405	0,9909

Figura 113 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Janeiro (estação 65094500).

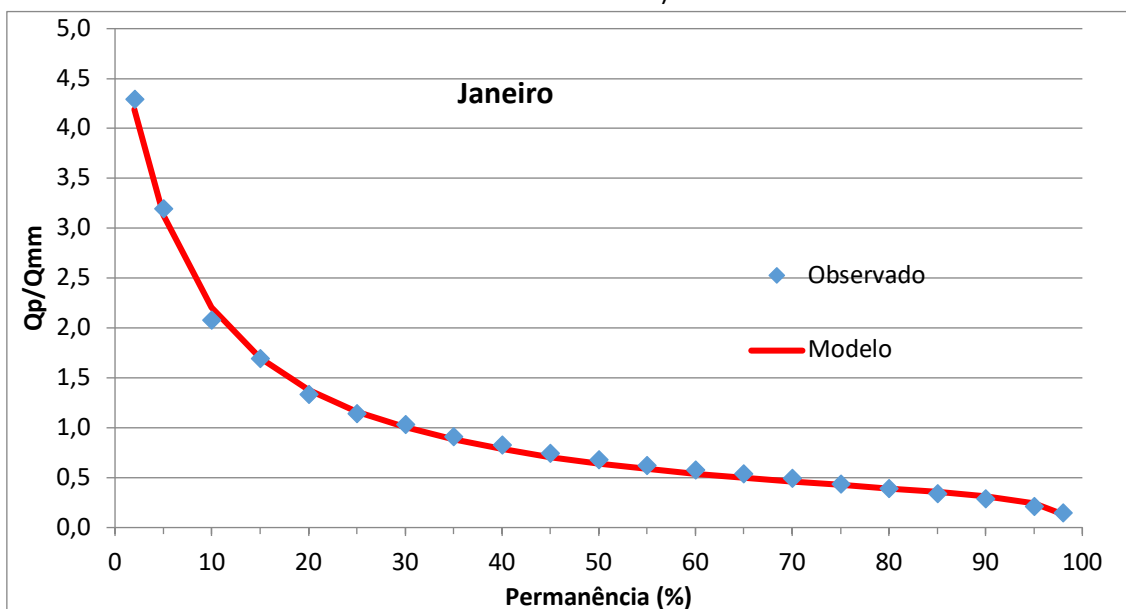


Figura 114 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Fevereiro (estação 65094500).

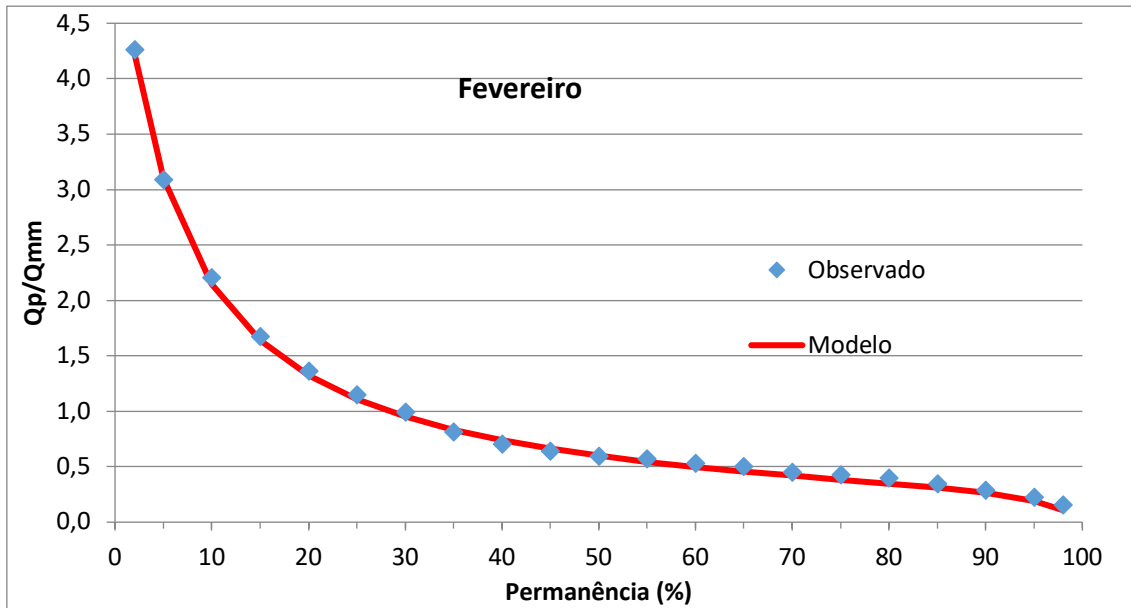


Figura 115 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Março (estação 65094500).

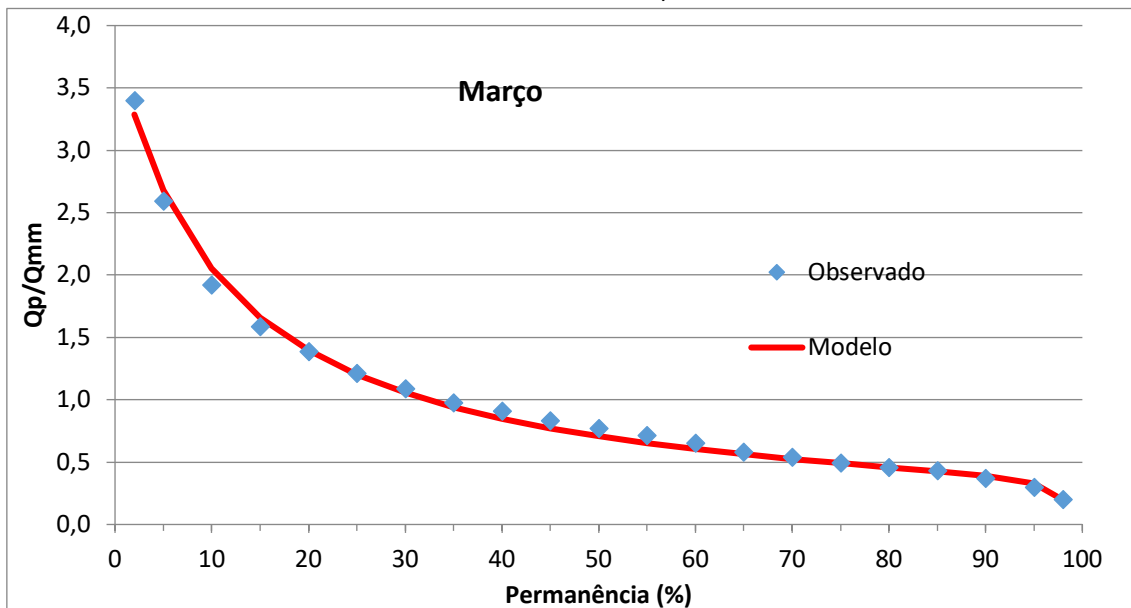


Figura 116 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Abril (estação 65094500).

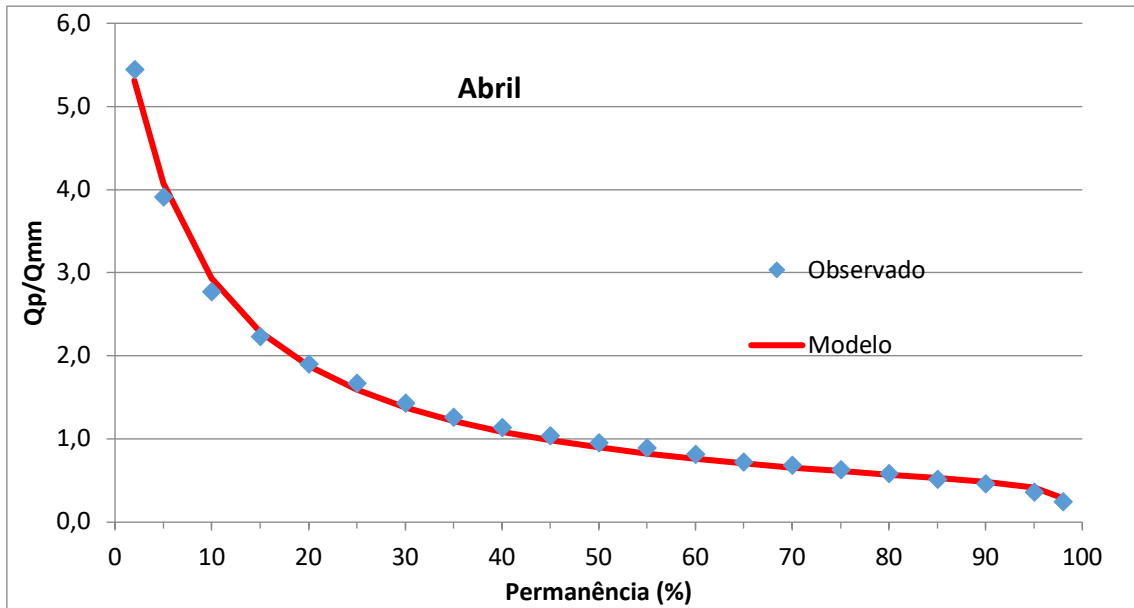


Figura 117 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Maio (estação 65094500).

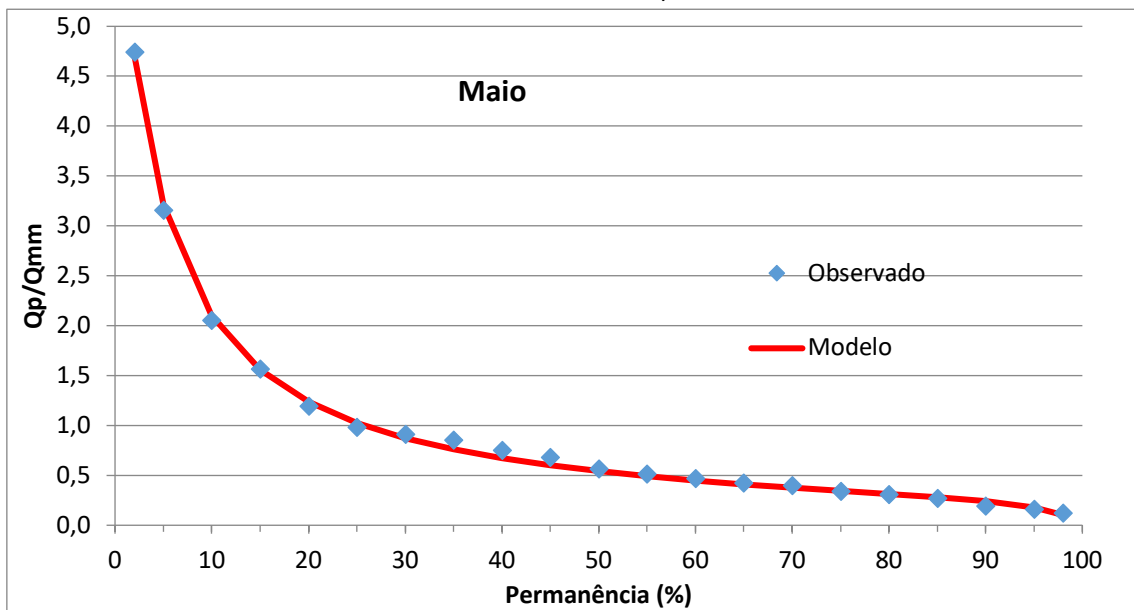


Figura 118 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Junho (estação 65094500).

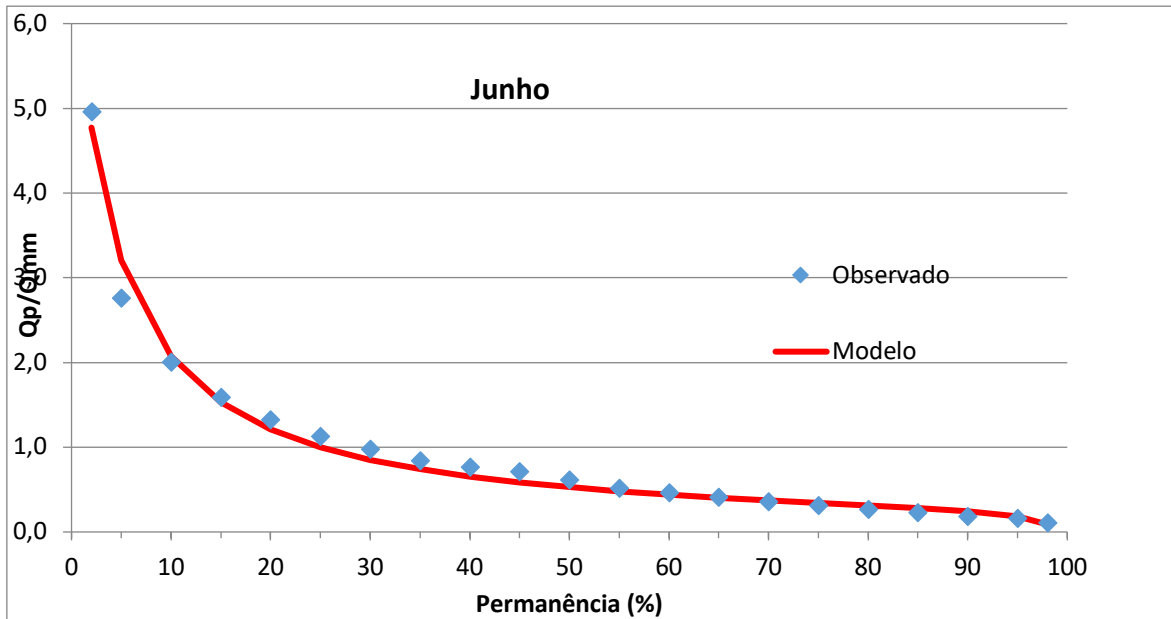


Figura 119 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Julho (estação 65094500).

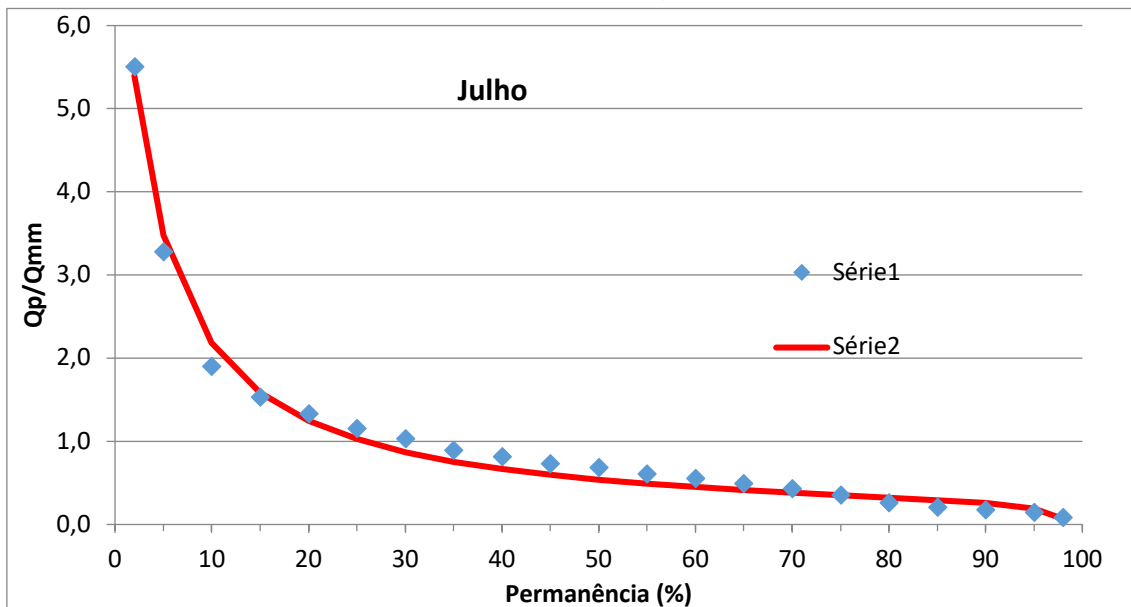


Figura 120 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Agosto (estação 65094500).

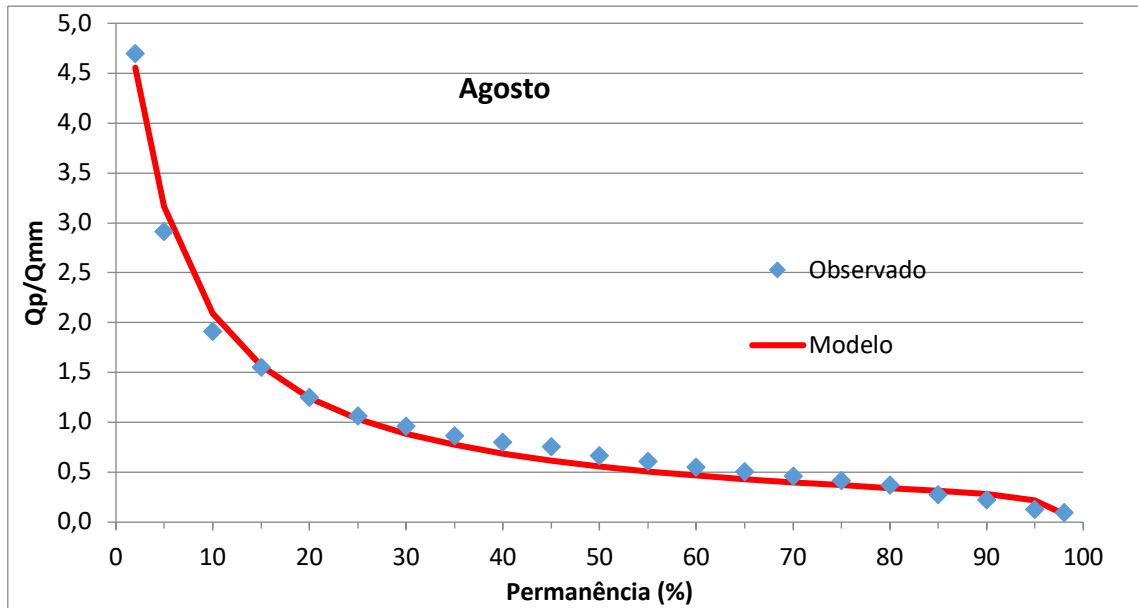


Figura 121 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Setembro (estação 65094500).

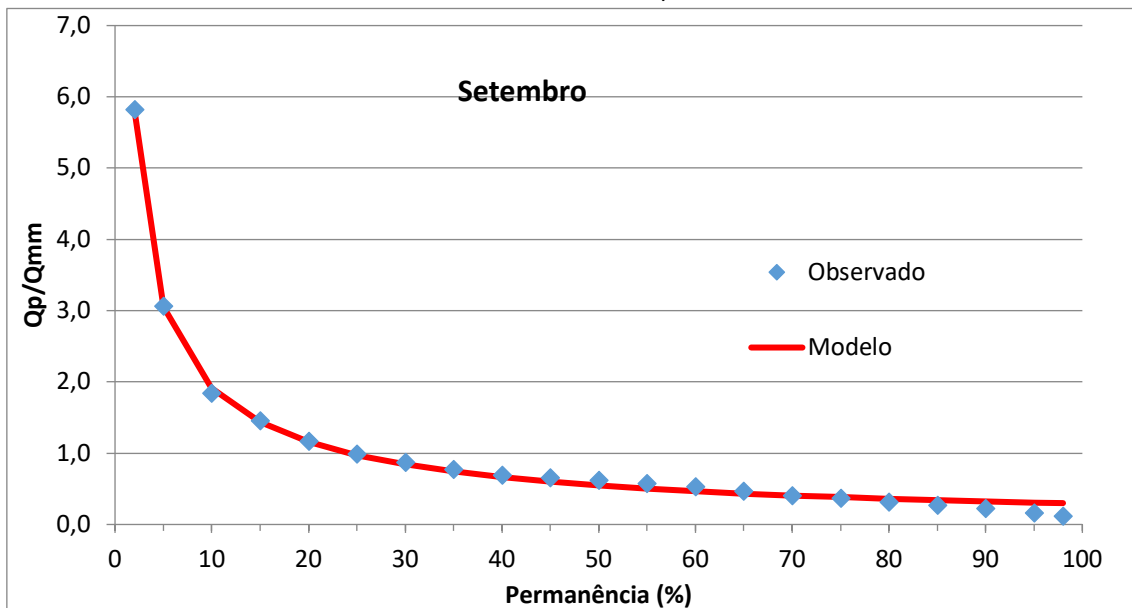


Figura 122 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Outubro (estação 65094500).

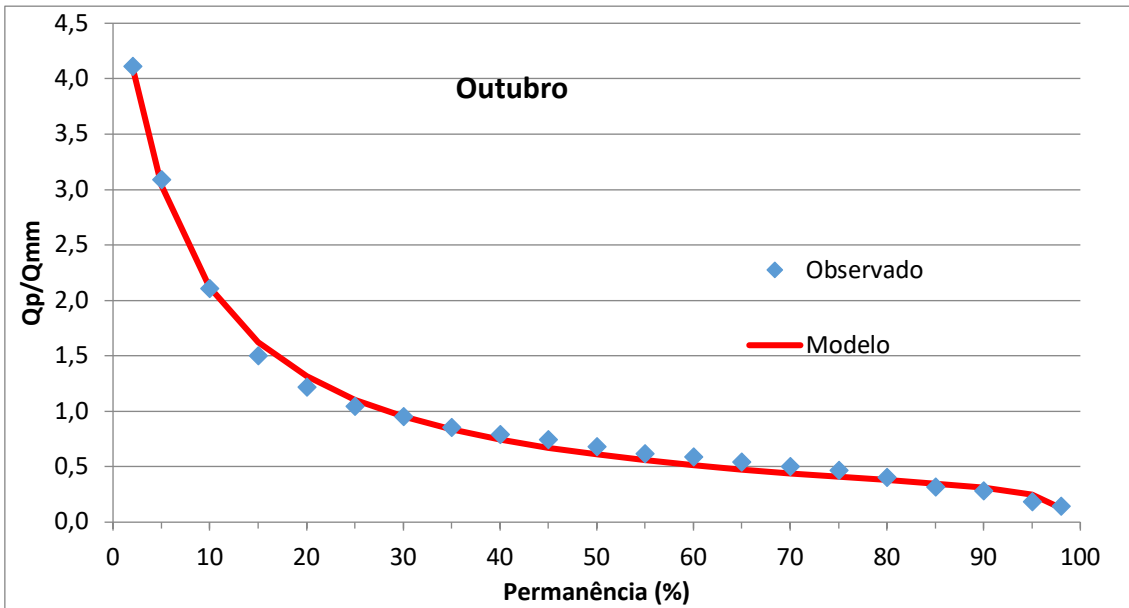


Figura 123 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Novembro (estação 65094500).

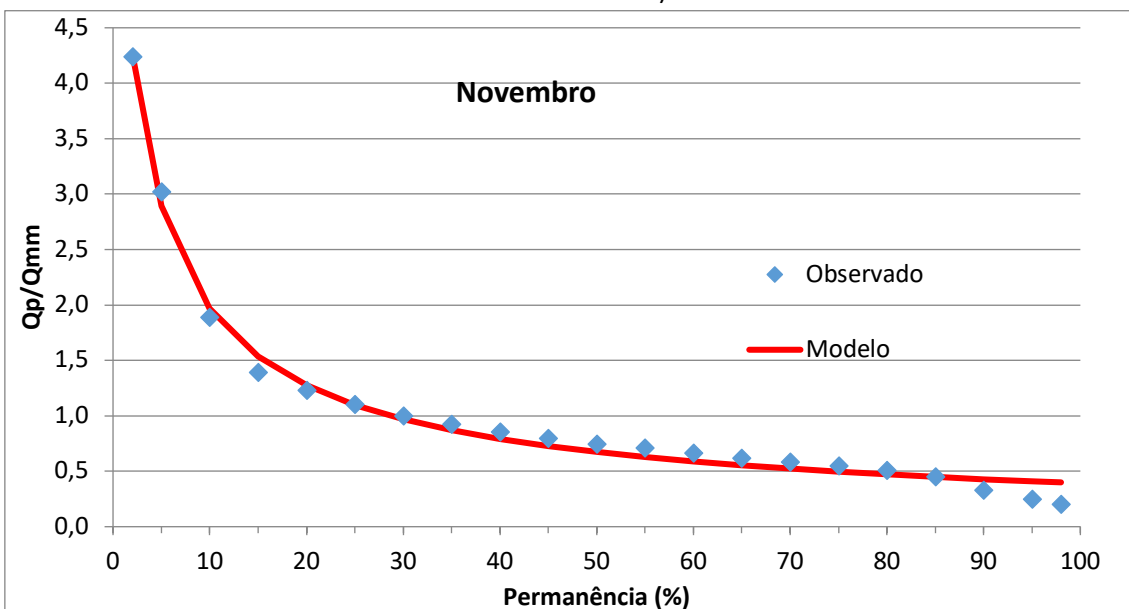


Figura 124 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Dezembro (estação 65094500).

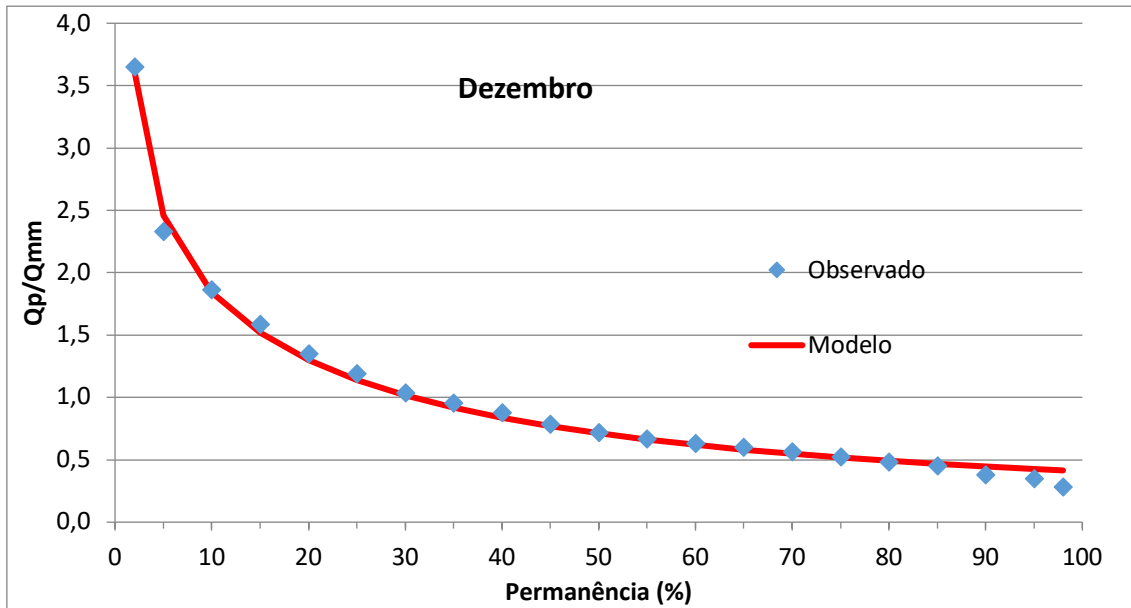


Tabela 70 - coeficientes de ajuste do modelo de estimativa da Vazão (QP) em função do percentual de permanência (P) para estação 65180000.

Período	Coeficientes				Erro padrão	
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>st</i>	<i>R²</i>
Jan	3,49554933	-0,014295	0,01536153	0,0012581	0,1598	0,9846
Fev	0,29032122	-0,01063917	0,00079224	0,0011697	0,0735	0,9945
Mar	3,2596278	-0,0003141	0,02504329	0,0015081	0,0871	0,9920
abr	4,0837648	0,338533	-0,0055193	0,0188913	0,0792	0,9965
Mai	6,011222	-0,0498721	0,06878858	0,0017689	0,2464	0,9754
Jun	5,305424	-0,04978068	0,0788598	0,0002002	0,2042	0,9772
Jul	5,09639851	-0,04741102	0,08385621	-3,786E-05	0,1556	0,9850
Ago	5,828189	-0,04418909	0,098057478	0,000483933	0,1633	0,99309
set	5,23165506	-0,04466529	0,06534173	0,0006999	0,1632	0,9859
out	3,46977828	-0,03352616	0,03622016	-0,0001512	0,1270	0,9870
Nov	4,64981609	-0,02277848	0,06620743	0,0007126	0,1101	0,9915
Dez	3,41140187	0,0105575	-0,00013283	0,0027277	0,0882	0,9940

Figura 125 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Janeiro (estação 65180000).

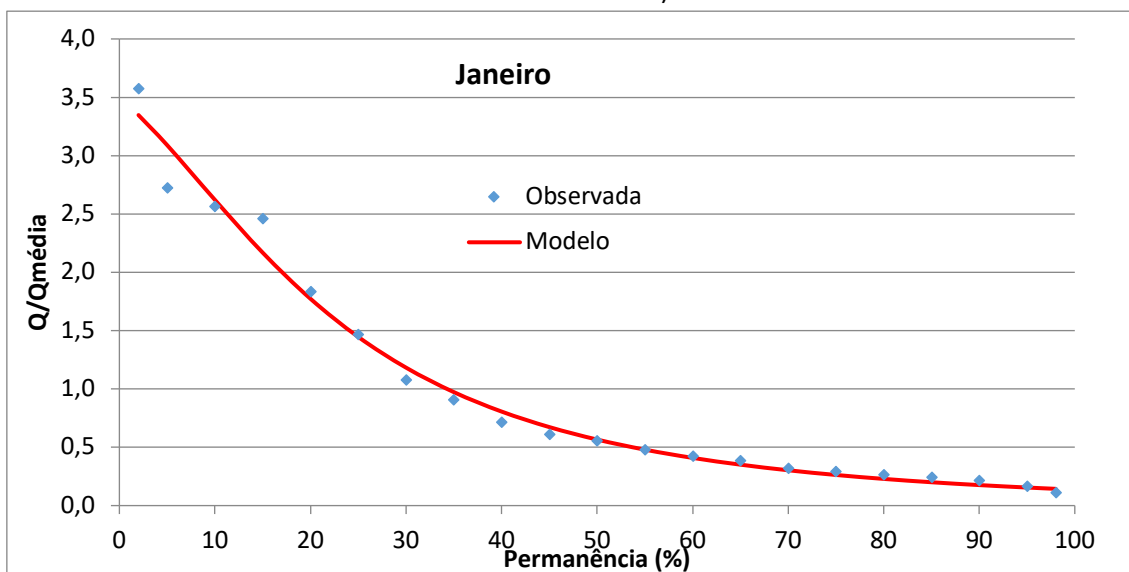


Figura 126 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Fevereiro (estação 65180000).

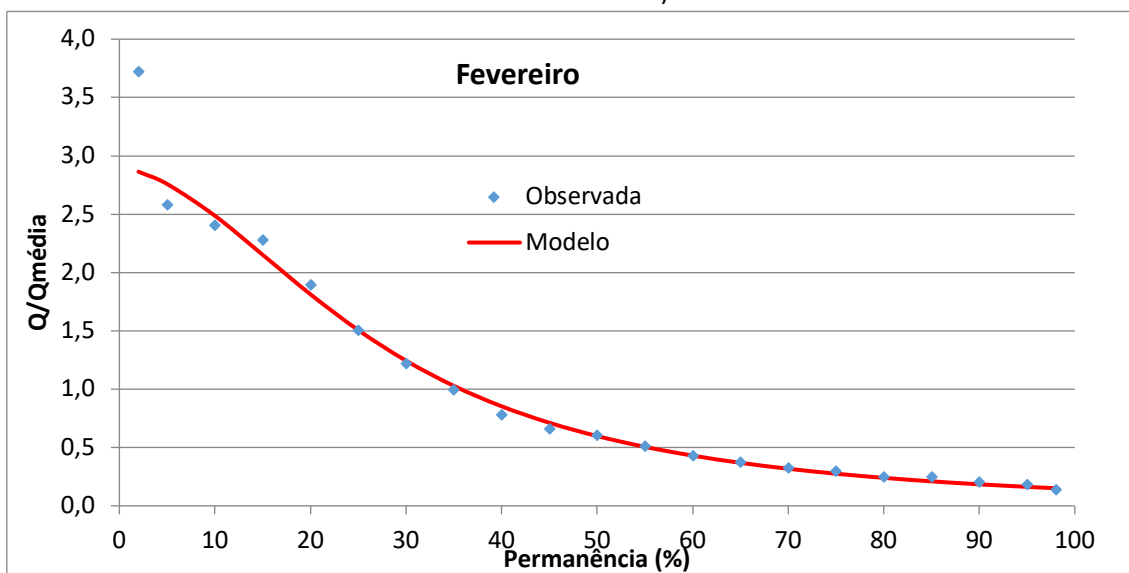


Figura 127 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Março (estação 65180000).

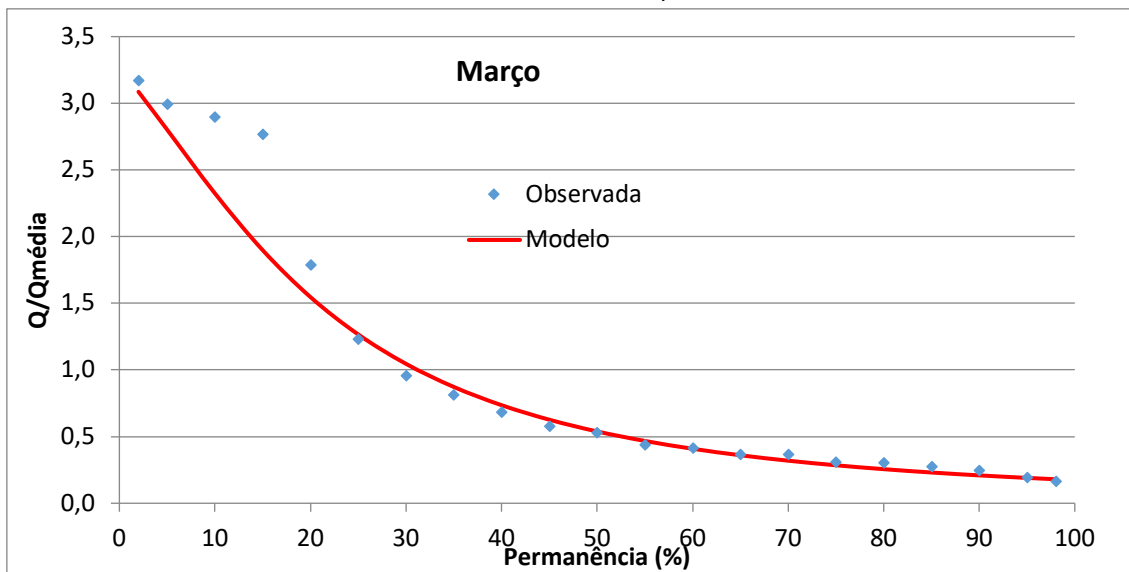


Figura 128 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Abril (estação 65180000).

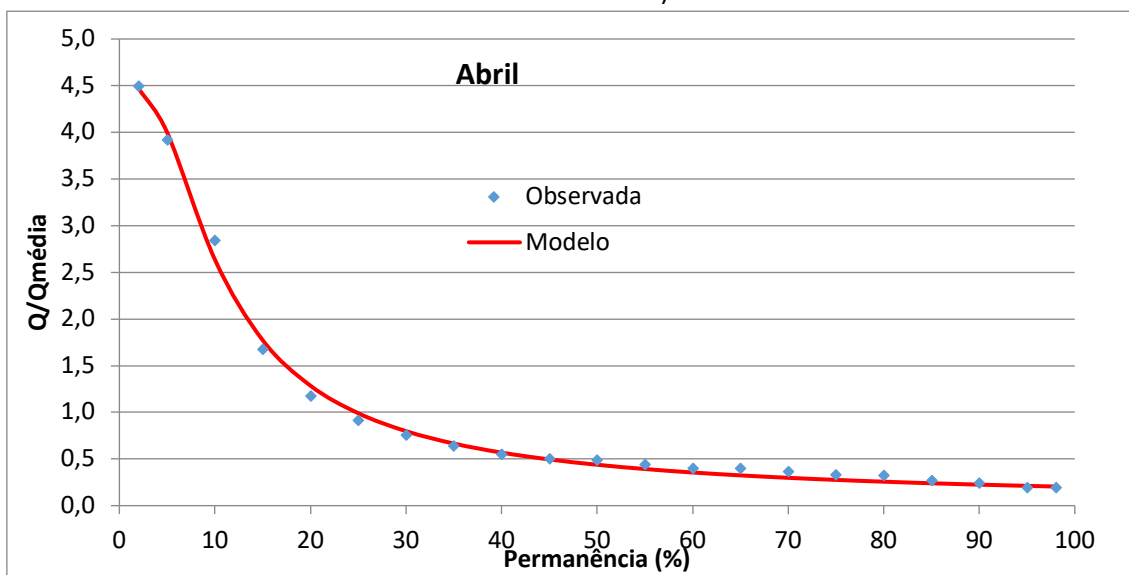


Figura 129 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Maio (estação 65180000).

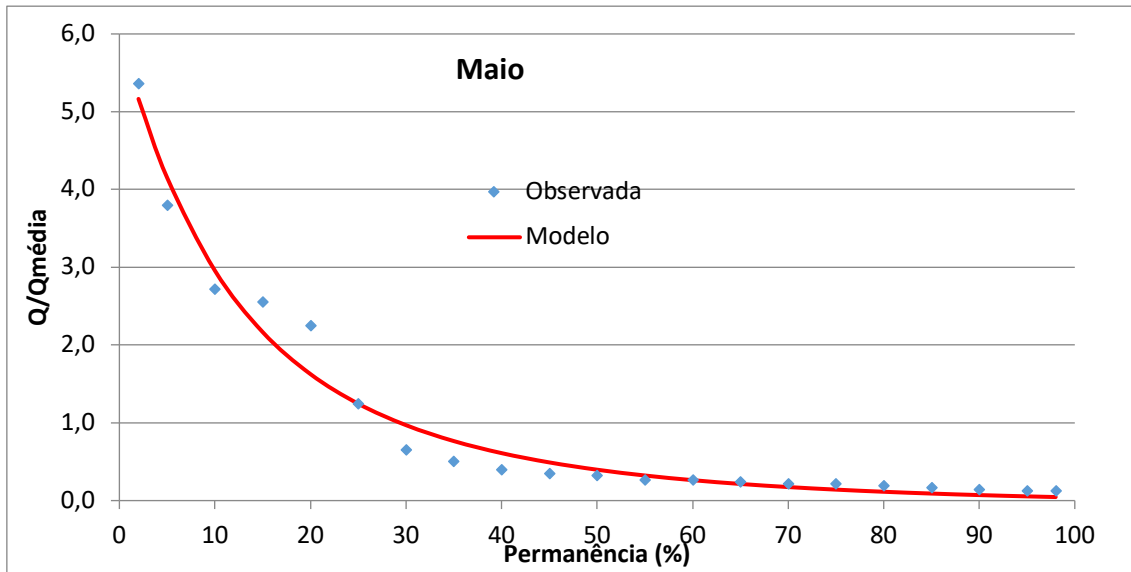


Figura 130 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Junho (estação 65180000).

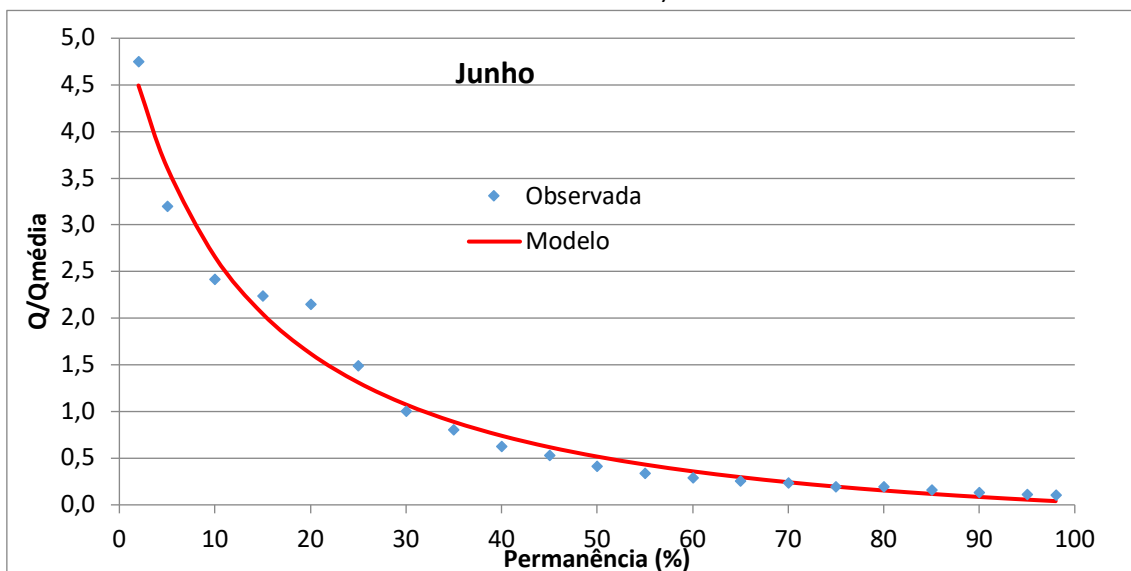


Figura 131 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Julho (estação 65180000).

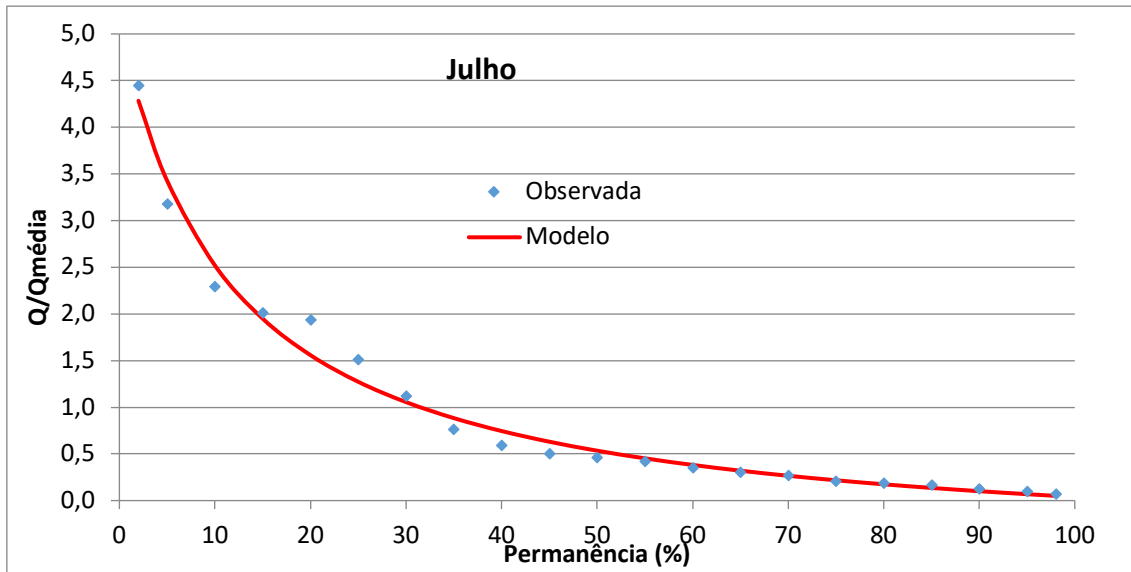


Figura 132 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Agosto (estação 65180000).

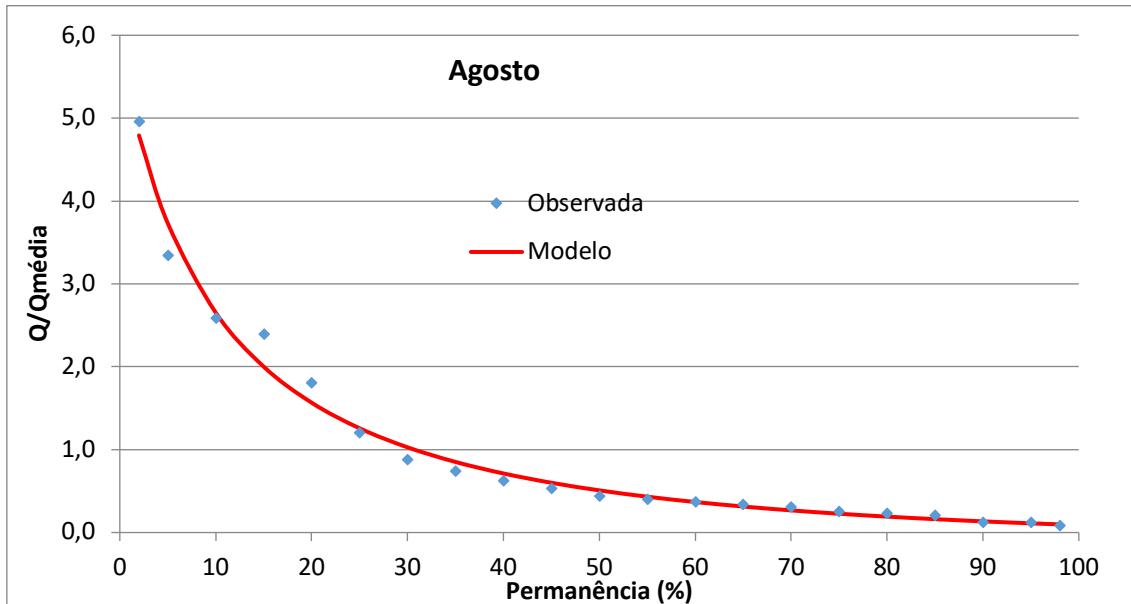


Figura 133 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Setembro (estação 65180000).

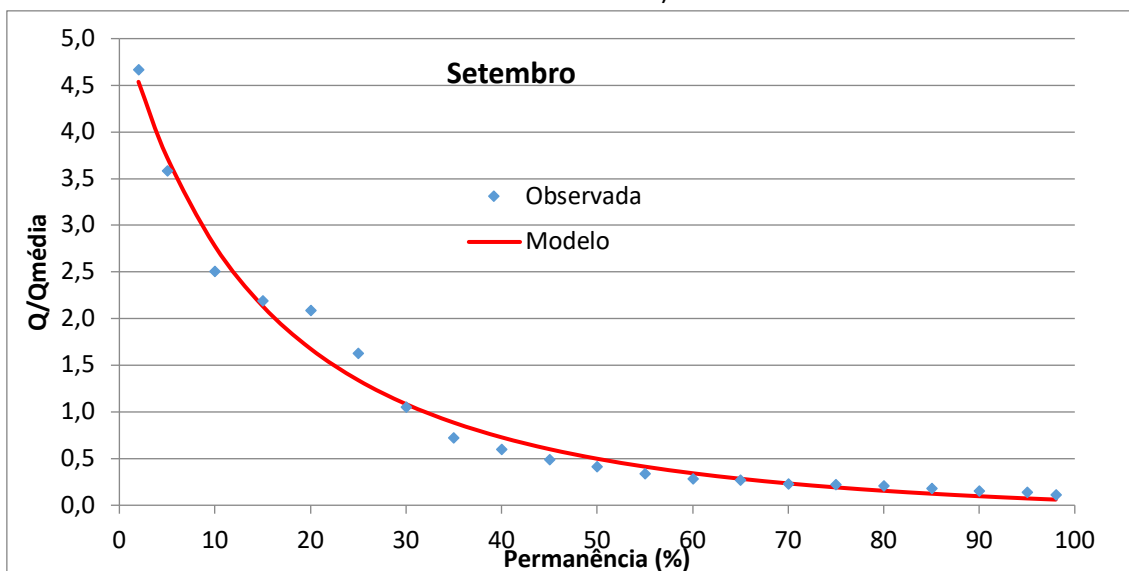


Figura 134 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Outubro (estação 65180000).

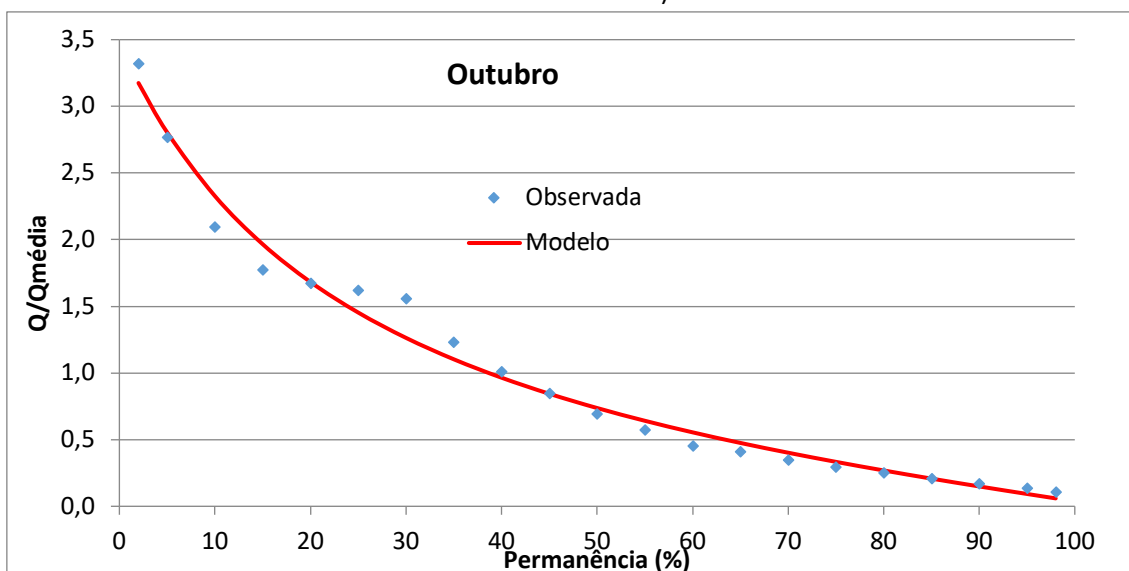


Figura 135 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Novembro (estação 65180000).

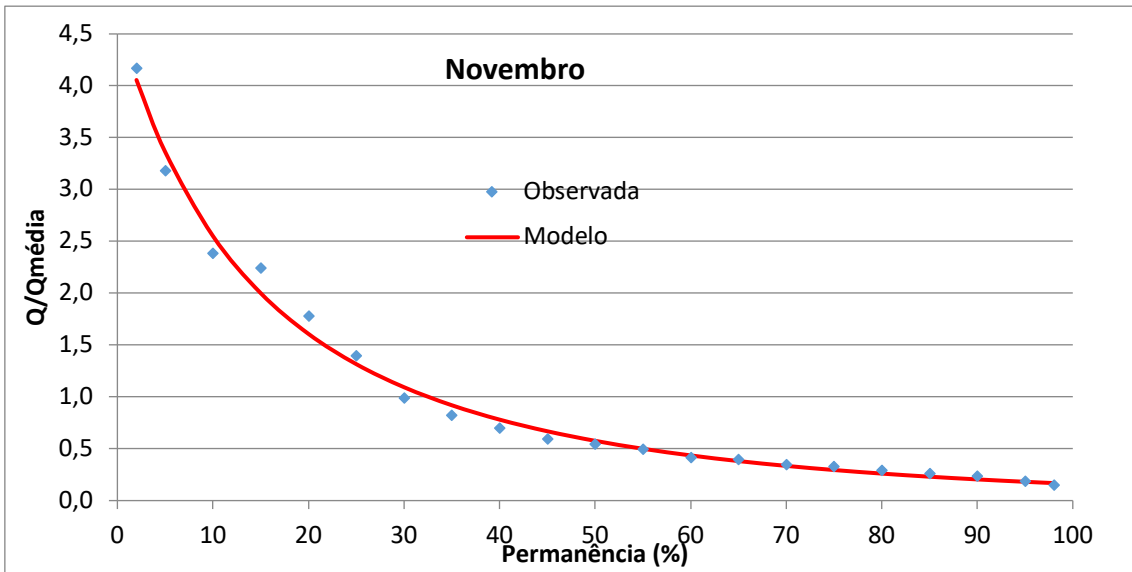
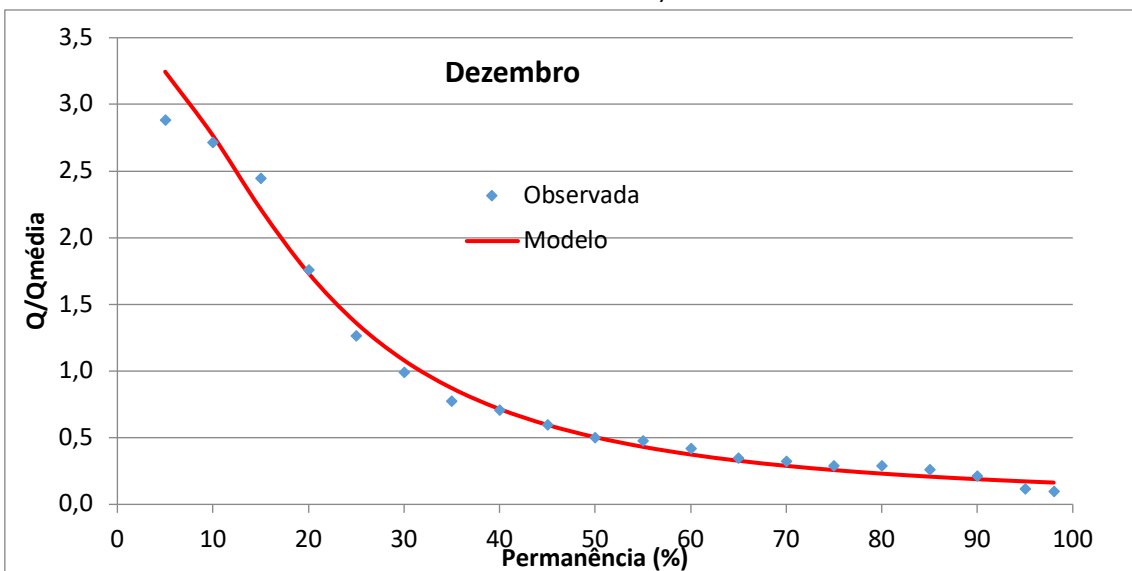


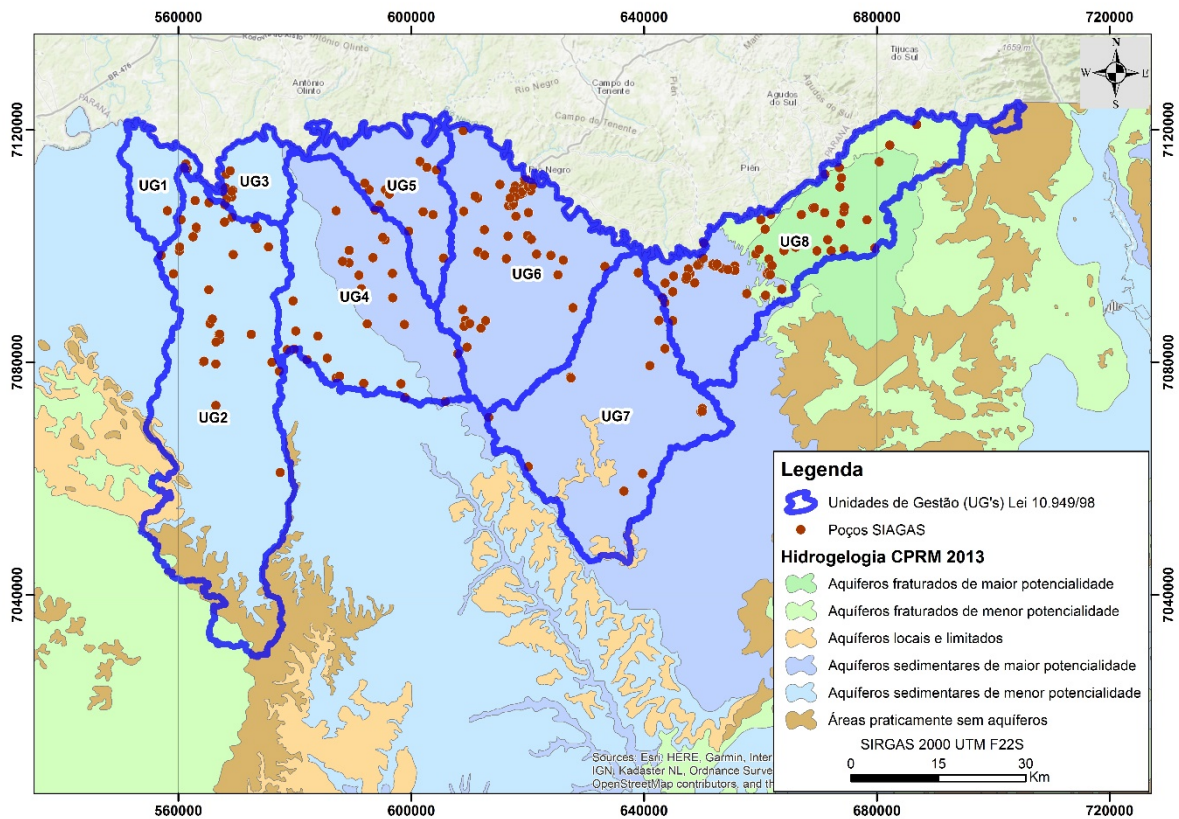
Figura 136 - curva de permanência de vazões diárias e mensais para o mês de Dezembro (estação 65180000).



4.3.2.3 Valiação da Disponibilidade Hídrica Subterrânea

Visando um melhor entendimento por parte do usuário do Mapa Hidrogeológico da Bacia do Rio Canoinhas e Bacias Contíguas tomou-se como referência o Mapa Hidrogeológico de Santa Catarina na escala 1:500.000, os trabalhos de campo, o inventário de poços tubulares, a compilação de dados bibliográficos e a análise e interpretação dos dados geológicos, hidrológicos, hidráulicos e hidroquímicos proporcionaram o enquadramento de 8 zonas aquíferas, assim representadas: Aquíferos sedimentares - as3_2 e as4; Aquíferos fraturados - af1_1, af2 e af3; Não Aquíferos - na_1 e na_2; e Aquíferos pouco produtivos – app (Figura 137).

Figura 137 – Zonas aquíferas e poços do SIAGAS.



Na Bacia hidrográfica do rio Canoinhas e bacias Contíguas existem dois tipos principais de aquíferos segundo a porosidade: aquífero de porosidade primária ou poroso intergranular, característico de rochas sedimentares e aquífero de porosidade secundária ou fissural típico de rochas ígneas e metamórficas.

As unidades hidroestratigráficas predominantemente porosas intergranulares são: Mafra, Rio do Sul e Rio Bonito.

As unidades hidroestratigráficas predominantemente porosas por fraturamento são: Embasamento Cristalino, Campo Alegre e Formação Serra Geral.

As demais unidades hidroestratigráficas podem possuir porosidades intergranulares e por fraturamento variáveis dependendo do grau de diagênese e compactação de suas litologias.

O cadastramento de poços tubulares (CPRM/SIAGAS, 2019), com grande quantidade de dados completos de localização, vazão, descrição litológica, perfil construtivo e análise química é uma ferramenta para o conhecimento da situação atual da perfuração de poços, além de ser importante fonte de informações para a gestão das águas subterrâneas na Bacia Hidrográfica do rio Canoinhas e Bacias Contíguas.

No entanto, nestes casos, alguns temas precisam ser tratados de forma detalhada no sentido de melhor definir as principais características hidrogeológicas das unidades hidroestratigráficas e a distribuição das zonas aquíferas determinadas em nível de planejamento estratégico e gestão dos recursos hídricos aliadas aos problemas de sobre-exploração, qualidade físico-química e bacteriológica das águas, cenários futuros da evolução e proteção dos aquíferos, vulnerabilidade e risco à contaminação dos aquíferos são temas a serem abordados futuramente em escalas de detalhe apropriadas.

Estas zonas cartografadas auxiliam na definição espacial dos aquíferos sedimentares, aquíferos fraturados, não aquíferos e aquíferos pouco produtivos da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Bacias Contíguas. As denominadas zonas aquíferas correspondem a partes de uma unidade hidroestratigráfica e/ou o conjunto de duas ou mais unidades hidroestratigráficas que possuem características hidrogeológicas similares.

Os atributos geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos e hidroquímicos das zonas aquíferas delimitadas no mapeamento tem como referência o trabalho de Machado (2013), representados resumidamente na

Tabela 71. O cálculo da estimativa média da disponibilidade envolveu a ponderação das vazões mapeadas pela percentagem de área ocupada em cada Unidade de Gestão.

Tabela 71 - características hidrogeológicas e vazões de disponibilidade subterrânea.

Unidade de Gestão	Sigla	Descrição	Vazão (m ³ /h)	Ocorrência (%)	Vazão Ponderada (l/s)
UG1	as4	Aquíferos sedimentares de menor potencialidade	Variam entre 1,0 e 3,0 m ³ /h, raramente valores próximos a 10 m ³ /h.	100%	0,56
UG2	na_2	Áreas praticamente sem aquíferos	Vazões insignificativas em poços. Pequenas vazões em nascentes.	11,54%	0,66
	app	Aquíferos locais e limitados	Poços raramente ultrapassam a 3,0 m ³ /h.	2,84%	
	af3	Aquíferos fraturados de menor potencialidade	Vazões entre 2,0 e 15,0 m ³ /h.	2,38%	
	as4	Aquíferos sedimentares de menor potencialidade	Variam entre 1,0 e 3,0 m ³ /h, raramente valores próximos a 10 m ³ /h.	83,24%	
UG3	as3_2	Aquíferos sedimentares de maior potencialidade	Vazões entre 3,0 e 10,0 m ³ /h.	3,44%	0,54
	as4	Aquíferos sedimentares de menor potencialidade	Variam entre 1,0 e 3,0 m ³ /h, raramente valores próximos a 10 m ³ /h.	96,49%	
UG4	as3_2	Aquíferos sedimentares de maior potencialidade	Vazões entre 3,0 e 10,0 m ³ /h.	55,54%	0,63
	as4	Aquíferos sedimentares de menor potencialidade	Variam entre 1,0 e 3,0 m ³ /h, raramente valores próximos a 10 m ³ /h.	44,46%	
UG5	as3_2	Aquíferos sedimentares de maior potencialidade	Vazões entre 3,0 e 10,0 m ³ /h.	100%	0,97
UG6	as3_2	Aquíferos sedimentares de maior potencialidade	Vazões entre 3,0 e 10,0 m ³ /h.	100%	0,97
UG7	app	Aquíferos locais e limitados	Poços raramente ultrapassam a 3,0 m ³ /h.	4,90%	0,67
	as3_2	Aquíferos sedimentares de maior potencialidade	Vazões entre 3,0 e 10,0 m ³ /h.	95,10%	
UG8	na_1	Áreas praticamente sem aquíferos	Vazões insignificativas em poços. Pequenas vazões em nascentes.	1,82%	0,81
	af2	Aquíferos fraturados de menor potencialidade	Geralmente entre 2,0 e 9,0 m ³ /h.	22,54%	
	as3_2	Aquíferos sedimentares de maior potencialidade	Vazões entre 3,0 e 10,0 m ³ /h.	37,74%	
	af1_1	Aquíferos fraturados de maior potencialidade	Vazões entre 2,0 e 15,0 m ³ /h.	37,82%	

4.3.2.4 Considerações

O estudo hidrológico definiu por meio do tratamento estatístico de variáveis dependentes e independentes, e equações matemáticas, com o objetivo de se obter as vazões de referência anuais e mensais em todas as unidades de gestão, sendo estas, aqui representadas pela: vazão média de longo termo (Q_{MLT}), vazão com permanência de 98% (Q_{98}), além da vazão extrema mínima ($Q_{7,10}$) e vazão subterrâneas (Q_{Subt}). A distribuição sazonal das curvas de permanência das vazões diárias por UGs, nos domínios hidrológicos das estações 65180000 e 65094500 estão apresentados nas tabelas posteriores.

Na Tabela 72 estão resumidas as principais vazões de referência do estudo hidrológico por unidade de gestão de forma integrada.

A distribuição sazonal das curvas de permanência das vazões diárias por UGs, nos domínios hidrológicos das Estações 65180000 e 65094500, estão apresentados nas tabelas posteriores.

Tabela 72 – vazões de referência e distribuição sazonal das vazões médias mensais nas UGs.

Parâmetros		UG1	UG2	UG3	UG4	UG5	UG6	UG7	UG8
Area (Km ²)		165,98	1443,48	161,52	878,07	365,57	951,98	1026,37	934,39
QMLT (m ³ /s)		5,59	35,43	5,46	23,18	10,97	24,83	26,48	24,44
QeMLT (L/s/Km)		33,66	24,55	33,80	26,39	30,00	26,08	25,80	26,16
Q _{7,10} (m ³ /s)		0,33	4,26	0,32	2,36	0,84	2,60	2,84	2,54
Vazões Médias Mensais (m ³ /s)	Jan	5,68	36,03	5,55	23,57	11,15	25,25	26,92	24,85
	Fev	5,55	35,22	5,43	23,04	10,90	24,68	26,32	24,29
	Mar	4,47	28,37	4,37	18,56	8,78	19,88	21,20	19,57
	Abr	3,53	22,37	3,45	14,63	6,92	15,68	16,72	15,43
	Mai	4,92	31,22	4,81	20,42	9,66	21,88	23,33	21,53
	Jun	5,57	35,33	5,44	23,11	10,94	24,76	26,41	24,37
	Jul	6,85	43,43	6,69	28,41	13,44	30,44	32,46	29,96
	Ago	5,44	34,50	5,32	22,57	10,68	24,18	25,78	23,80
	Set	6,26	39,72	6,12	25,98	12,29	27,84	29,69	27,40
	Out	7,93	50,32	7,75	32,91	15,57	35,26	37,61	34,71
	Nov	5,79	36,70	5,65	24,00	11,36	25,72	27,43	25,31
	Dez	5,04	31,97	4,93	20,91	9,90	22,41	23,89	22,05
	Ano	5,59	35,43	5,46	23,18	10,97	24,83	26,48	24,44
Permanência		UG1	UG2	UG3	UG4	UG5	UG6	UG7	UG8
Permanência das Vazões Médias Mensais (m ³ /s)	98	0,78	4,97	0,77	3,25	1,54	3,48	3,71	3,43
	95	1,07	6,82	1,05	4,46	2,11	4,78	5,09	4,70
	90	1,48	9,37	1,44	6,13	2,90	6,56	7,00	6,46
	85	1,82	11,53	1,78	7,54	3,57	8,08	8,62	7,95
	80	2,13	13,49	2,08	8,83	4,18	9,46	10,08	9,31
	75	2,42	15,37	2,37	10,05	4,76	10,77	11,49	10,60
	70	2,72	17,24	2,66	11,27	5,33	12,08	12,88	11,89
	65	3,02	19,16	2,95	12,53	5,93	13,43	14,32	13,22
	60	3,34	21,20	3,27	13,87	6,56	14,86	15,85	14,63
	55	3,69	23,42	3,61	15,32	7,25	16,41	17,50	16,15
	50	4,08	25,88	3,99	16,93	8,01	18,14	19,34	17,85
	45	4,52	28,67	4,42	18,75	8,87	20,09	21,43	19,78
	40	5,03	31,90	4,91	20,87	9,87	22,36	23,84	22,00
	35	5,63	35,72	5,50	23,36	11,05	25,03	26,69	24,64
	30	6,36	40,34	6,21	26,38	12,48	28,27	30,15	27,82
	25	7,27	46,08	7,10	30,14	14,26	32,29	34,44	31,78
	20	8,43	53,45	8,24	34,96	16,54	37,46	39,95	36,87
	15	9,98	63,32	9,76	41,42	19,60	44,38	47,32	43,68
10	12,18	77,25	11,90	50,53	23,91	54,14	57,73	53,29	
5	15,53	98,49	15,17	64,42	30,48	69,03	73,61	67,93	
2	18,55	117,62	18,12	76,93	36,40	82,43	87,90	81,13	

Tabela 73 – distribuição sazonal das curvas de permanência das vazões diárias na UG1.

Permanência		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano	
Permanência das Vazões Médias Diárias (m³/s)	UG1_CP_65180000	98	0,82	0,84	0,81	0,72	0,22	0,22	0,35	0,53	0,38	0,47	0,98	0,82	0,52
		95	0,88	0,90	0,85	0,75	0,27	0,31	0,47	0,60	0,46	0,73	1,05	0,87	0,60
		90	1,00	1,02	0,93	0,79	0,35	0,47	0,69	0,73	0,60	1,18	1,18	0,95	0,74
		85	1,14	1,17	1,03	0,85	0,44	0,65	0,93	0,88	0,77	1,65	1,33	1,05	0,90
		80	1,30	1,33	1,14	0,91	0,56	0,86	1,20	1,04	0,97	2,13	1,51	1,16	1,09
		75	1,49	1,53	1,27	0,97	0,69	1,09	1,49	1,23	1,20	2,64	1,71	1,30	1,30
		70	1,72	1,77	1,43	1,05	0,86	1,35	1,82	1,45	1,46	3,19	1,94	1,46	1,55
		65	1,99	2,05	1,61	1,14	1,05	1,65	2,19	1,71	1,78	3,77	2,21	1,65	1,83
		60	2,32	2,39	1,83	1,25	1,29	2,00	2,62	2,00	2,15	4,40	2,52	1,89	2,16
		55	2,72	2,81	2,09	1,38	1,59	2,41	3,10	2,35	2,59	5,09	2,89	2,18	2,55
		50	3,22	3,32	2,41	1,55	1,95	2,88	3,66	2,77	3,12	5,85	3,33	2,54	3,01
		45	3,82	3,96	2,80	1,75	2,42	3,45	4,32	3,27	3,77	6,70	3,87	3,01	3,56
		40	4,58	4,74	3,29	2,01	3,00	4,13	5,10	3,88	4,56	7,65	4,52	3,61	4,22
		35	5,53	5,71	3,90	2,35	3,77	4,96	6,05	4,64	5,54	8,75	5,32	4,40	5,03
		30	6,72	6,91	4,68	2,82	4,77	5,99	7,23	5,60	6,79	10,02	6,33	5,45	6,04
		25	8,21	8,37	5,66	3,49	6,13	7,31	8,72	6,85	8,39	11,53	7,62	6,86	7,33
		20	10,07	10,07	6,92	4,53	8,00	9,04	10,67	8,53	10,50	13,35	9,30	8,75	9,02
		15	12,32	11,95	8,49	6,25	10,66	11,40	13,35	10,89	13,37	15,60	11,58	11,17	11,29
10	14,89	13,81	10,40	9,30	14,55	14,81	17,25	14,44	17,39	18,46	14,76	13,95	14,52		
5	17,55	15,32	12,53	14,10	20,43	20,13	23,46	20,30	23,34	22,25	19,46	16,36	19,39		
2	19,02	15,91	13,81	15,78	25,42	25,04	29,34	26,06	28,42	25,19	23,47	17,12	23,69		

Tabela 74 - distribuição sazonal das curvas de permanência das vazões diárias na UG2.

Permanência		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano	
Permanência das Vazões Médias Diárias (m³/s)	UG2 CP_65180000	98	5,17	5,32	5,11	4,58	1,42	1,42	2,21	3,39	2,40	2,99	6,19	5,23	3,27
		95	5,57	5,73	5,39	4,74	1,69	1,98	2,98	3,83	2,90	4,66	6,65	5,51	3,77
		90	6,33	6,50	5,93	5,03	2,21	3,00	4,37	4,65	3,84	7,50	7,49	6,04	4,69
		85	7,21	7,40	6,54	5,36	2,82	4,15	5,90	5,57	4,91	10,45	8,46	6,66	5,73
		80	8,24	8,45	7,25	5,74	3,54	5,44	7,58	6,63	6,15	13,53	9,56	7,38	6,92
		75	9,46	9,71	8,08	6,17	4,40	6,91	9,45	7,83	7,60	16,77	10,82	8,23	8,27
		70	10,91	11,20	9,06	6,67	5,43	8,58	11,55	9,22	9,29	20,22	12,29	9,24	9,83
		65	12,64	13,00	10,21	7,25	6,68	10,49	13,91	10,83	11,27	23,91	13,99	10,47	11,63
		60	14,73	15,17	11,59	7,95	8,20	12,70	16,59	12,71	13,62	27,91	15,98	11,96	13,73
		55	17,27	17,82	13,26	8,78	10,07	15,26	19,66	14,92	16,43	32,28	18,34	13,81	16,18
		50	20,39	21,07	15,28	9,80	12,39	18,28	23,22	17,55	19,80	37,09	21,15	16,12	19,09
		45	24,24	25,08	17,77	11,08	15,32	21,86	27,40	20,72	23,89	42,47	24,53	19,07	22,56
		40	29,04	30,06	20,87	12,72	19,05	26,17	32,37	24,59	28,91	48,54	28,65	22,87	26,76
		35	35,05	36,23	24,75	14,88	23,89	31,43	38,39	29,40	35,16	55,49	33,74	27,87	31,90
		30	42,61	43,83	29,67	17,86	30,27	37,98	45,83	35,49	43,06	63,56	40,13	34,54	38,32
		25	52,09	53,05	35,92	22,16	38,88	46,34	55,28	43,41	53,23	73,12	48,29	43,50	46,49
		20	63,87	63,87	43,87	28,75	50,76	57,31	67,68	54,07	66,62	84,65	58,99	55,46	57,18
		15	78,10	75,79	53,85	39,66	67,61	72,30	84,67	69,08	84,77	98,91	73,42	70,82	71,63
		10	94,41	87,57	65,94	58,96	92,28	93,92	109,41	91,59	110,29	117,09	93,62	88,44	92,09
5	111,31	97,15	79,49	89,45	129,57	127,68	148,79	128,77	148,00	141,13	123,41	103,75	122,97		
2	120,59	100,87	87,55	100,05	161,21	158,77	186,04	165,30	180,21	159,75	148,83	108,59	150,24		

Tabela 75 - distribuição sazonal das curvas de permanência das vazões diárias na UG3.

Permanência		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano	
Permanência das Vazões Médias Diárias (m³/s)	UG3 CP_65180000	98	0,80	0,82	0,79	0,71	0,22	0,22	0,34	0,52	0,37	0,46	0,95	0,81	0,50
		95	0,86	0,88	0,83	0,73	0,26	0,30	0,46	0,59	0,45	0,72	1,02	0,85	0,58
		90	0,98	1,00	0,91	0,78	0,34	0,46	0,67	0,72	0,59	1,16	1,15	0,93	0,72
		85	1,11	1,14	1,01	0,83	0,43	0,64	0,91	0,86	0,76	1,61	1,30	1,03	0,88
		80	1,27	1,30	1,12	0,88	0,55	0,84	1,17	1,02	0,95	2,08	1,47	1,14	1,07
		75	1,46	1,50	1,25	0,95	0,68	1,06	1,46	1,21	1,17	2,58	1,67	1,27	1,27
		70	1,68	1,73	1,40	1,03	0,84	1,32	1,78	1,42	1,43	3,12	1,89	1,42	1,51
		65	1,95	2,00	1,57	1,12	1,03	1,62	2,14	1,67	1,74	3,68	2,15	1,61	1,79
		60	2,27	2,34	1,79	1,22	1,26	1,96	2,56	1,96	2,10	4,30	2,46	1,84	2,11
		55	2,66	2,75	2,04	1,35	1,55	2,35	3,03	2,30	2,53	4,97	2,83	2,13	2,49
		50	3,14	3,25	2,35	1,51	1,91	2,82	3,58	2,70	3,05	5,71	3,26	2,48	2,94
		45	3,73	3,86	2,74	1,71	2,36	3,37	4,22	3,19	3,68	6,54	3,78	2,94	3,48
		40	4,47	4,63	3,22	1,96	2,93	4,03	4,99	3,79	4,45	7,48	4,41	3,52	4,12
		35	5,40	5,58	3,81	2,29	3,68	4,84	5,91	4,53	5,42	8,55	5,20	4,29	4,91
		30	6,56	6,75	4,57	2,75	4,66	5,85	7,06	5,47	6,63	9,79	6,18	5,32	5,90
		25	8,03	8,17	5,53	3,41	5,99	7,14	8,52	6,69	8,20	11,26	7,44	6,70	7,16
		20	9,84	9,84	6,76	4,43	7,82	8,83	10,43	8,33	10,26	13,04	9,09	8,54	8,81
		15	12,03	11,68	8,30	6,11	10,42	11,14	13,04	10,64	13,06	15,24	11,31	10,91	11,04
	10	14,54	13,49	10,16	9,08	14,22	14,47	16,86	14,11	16,99	18,04	14,42	13,63	14,19	
	5	17,15	14,97	12,25	13,78	19,96	19,67	22,92	19,84	22,80	21,74	19,01	15,98	18,95	
	2	18,58	15,54	13,49	15,41	24,84	24,46	28,66	25,47	27,76	24,61	22,93	16,73	23,15	

Tabela 76 - distribuição sazonal das curvas de permanência das vazões diárias na UG4.

Permanência		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano	
Permanência das Vazões Médias Diárias (m ³ /s)	UG4 CP_65180000	98	3,38	3,48	3,34	3,00	0,93	0,93	1,44	2,22	1,57	1,96	4,05	3,42	2,14
		95	3,65	3,75	3,53	3,10	1,11	1,29	1,95	2,51	1,90	3,05	4,35	3,61	2,47
		90	4,14	4,25	3,88	3,29	1,44	1,96	2,86	3,04	2,51	4,91	4,90	3,95	3,07
		85	4,72	4,84	4,28	3,51	1,84	2,71	3,86	3,64	3,21	6,83	5,53	4,35	3,75
		80	5,39	5,53	4,74	3,75	2,32	3,56	4,96	4,33	4,02	8,85	6,25	4,83	4,53
		75	6,19	6,35	5,29	4,04	2,88	4,52	6,18	5,12	4,97	10,97	7,08	5,38	5,41
		70	7,14	7,33	5,92	4,36	3,55	5,61	7,55	6,03	6,07	13,23	8,04	6,05	6,43
		65	8,27	8,50	6,68	4,74	4,37	6,86	9,10	7,08	7,37	15,64	9,15	6,85	7,61
		60	9,64	9,92	7,58	5,20	5,36	8,30	10,85	8,31	8,91	18,26	10,45	7,82	8,98
		55	11,30	11,66	8,67	5,74	6,58	9,98	12,86	9,76	10,74	21,11	12,00	9,03	10,59
		50	13,34	13,78	10,00	6,41	8,10	11,96	15,19	11,48	12,95	24,26	13,83	10,54	12,49
		45	15,86	16,41	11,63	7,25	10,02	14,30	17,92	13,56	15,62	27,78	16,05	12,47	14,76
		40	18,99	19,66	13,65	8,32	12,46	17,12	21,17	16,09	18,91	31,75	18,74	14,96	17,50
		35	22,93	23,70	16,19	9,73	15,62	20,56	25,11	19,23	23,00	36,29	22,07	18,23	20,87
		30	27,87	28,67	19,40	11,68	19,80	24,84	29,98	23,21	28,16	41,58	26,25	22,59	25,06
		25	34,07	34,70	23,49	14,49	25,43	30,31	36,16	28,40	34,82	47,83	31,59	28,45	30,41
		20	41,78	41,77	28,70	18,81	33,20	37,48	44,27	35,37	43,58	55,37	38,58	36,28	37,40
		15	51,09	49,57	35,22	25,94	44,23	47,29	55,38	45,19	55,45	64,70	48,02	46,32	46,85
		10	61,75	57,28	43,13	38,57	60,36	61,43	71,56	59,91	72,14	76,58	61,24	57,85	60,23
5	72,81	63,55	51,99	58,51	84,75	83,51	97,32	84,23	96,81	92,31	80,72	67,86	80,44		
2	78,88	65,98	57,27	65,44	105,45	103,85	121,69	108,12	117,88	104,49	97,35	71,03	98,27		

Tabela 77 - distribuição sazonal das curvas de permanência das vazões diárias na UG5.

Permanência		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano	
Permanência das Vazões Médias Diárias (m ³ /s)	UG5 CP_65094500	98	1,48	1,18	1,72	1,99	0,99	0,97	0,91	0,87	3,69	1,96	4,54	4,11	1,29
		95	2,72	2,08	2,90	2,88	1,74	1,98	2,58	2,35	3,79	3,86	4,66	4,22	2,62
		90	3,52	2,87	3,44	3,37	2,35	2,68	3,46	3,01	3,99	4,85	4,87	4,41	3,23
		85	3,99	3,38	3,75	3,68	2,73	3,09	3,95	3,37	4,20	5,42	5,09	4,63	3,58
		80	4,38	3,79	4,03	3,96	3,05	3,42	4,34	3,67	4,44	5,90	5,35	4,87	3,89
		75	4,75	4,18	4,31	4,25	3,35	3,74	4,72	3,96	4,71	6,37	5,62	5,13	4,19
		70	5,14	4,57	4,61	4,55	3,65	4,07	5,12	4,27	5,01	6,86	5,94	5,42	4,51
		65	5,56	4,98	4,94	4,89	3,98	4,42	5,55	4,61	5,35	7,40	6,28	5,75	4,86
		60	6,02	5,43	5,31	5,27	4,34	4,81	6,03	5,00	5,75	8,00	6,68	6,12	5,26
		55	6,55	5,94	5,72	5,71	4,75	5,26	6,59	5,44	6,20	8,69	7,13	6,55	5,72
		50	7,16	6,53	6,20	6,21	5,23	5,78	7,24	5,95	6,74	9,50	7,66	7,04	6,26
		45	7,88	7,22	6,77	6,81	5,79	6,40	8,01	6,57	7,38	10,45	8,27	7,61	6,90
		40	8,75	8,05	7,44	7,54	6,48	7,16	8,97	7,32	8,16	11,60	9,01	8,28	7,68
		35	9,83	9,07	8,25	8,43	7,33	8,10	10,16	8,26	9,12	13,03	9,90	9,08	8,66
		30	11,19	10,37	9,26	9,55	8,43	9,31	11,71	9,46	10,35	14,84	11,02	10,06	9,91
		25	12,97	12,07	10,55	11,01	9,89	10,94	13,79	11,06	11,97	17,22	12,48	11,28	11,57
		20	15,40	14,42	12,24	13,00	11,95	13,24	16,76	13,31	14,22	20,49	14,48	12,86	13,90
		15	18,95	17,86	14,58	15,85	15,05	16,72	21,34	16,69	17,62	25,28	17,43	15,02	17,39
		10	24,58	23,40	18,01	20,30	20,29	22,67	29,32	22,34	23,48	32,97	22,37	18,24	23,19
5	34,94	33,83	23,55	28,20	31,06	35,08	46,73	33,76	37,54	47,33	32,85	24,36	34,78		
2	46,71	46,12	28,86	36,77	45,48	52,19	72,51	48,64	71,56	64,02	48,44	35,81	49,65		

Tabela 78 - distribuição sazonal das curvas de permanência das vazões diárias na UG6.

Permanência		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano	
Permanência das Vazões Médias Diárias (m³/s)	UG6 CP_65094500	98	3,34	2,67	3,90	4,51	2,24	2,20	2,05	1,97	8,35	4,44	10,29	9,30	2,93
		95	6,16	4,71	6,56	6,52	3,94	4,49	5,85	5,32	8,59	8,74	10,55	9,55	5,93
		90	7,97	6,50	7,78	7,64	5,32	6,06	7,85	6,81	9,03	10,99	11,02	9,99	7,32
		85	9,04	7,65	8,50	8,34	6,19	6,99	8,94	7,62	9,52	12,28	11,54	10,48	8,12
		80	9,92	8,58	9,13	8,98	6,91	7,75	9,83	8,30	10,05	13,36	12,11	11,02	8,80
		75	10,77	9,46	9,77	9,62	7,58	8,47	10,69	8,97	10,66	14,42	12,74	11,61	9,48
		70	11,64	10,34	10,44	10,31	8,27	9,21	11,58	9,67	11,34	15,53	13,44	12,28	10,21
		65	12,58	11,28	11,19	11,07	9,01	10,01	12,56	10,44	12,12	16,75	14,23	13,03	11,01
		60	13,64	12,30	12,02	11,93	9,83	10,90	13,65	11,31	13,01	18,12	15,13	13,87	11,91
		55	14,83	13,46	12,96	12,92	10,76	11,91	14,91	12,31	14,05	19,68	16,15	14,83	12,95
		50	16,22	14,78	14,05	14,07	11,84	13,09	16,39	13,49	15,26	21,50	17,34	15,94	14,17
		45	17,85	16,35	15,33	15,43	13,12	14,50	18,15	14,88	16,71	23,66	18,73	17,22	15,63
		40	19,82	18,23	16,85	17,07	14,67	16,21	20,30	16,58	18,47	26,27	20,40	18,74	17,40
		35	22,25	20,54	18,69	19,08	16,60	18,34	23,01	18,70	20,65	29,50	22,42	20,55	19,60
		30	25,33	23,48	20,98	21,63	19,08	21,09	26,51	21,42	23,43	33,60	24,96	22,77	22,44
		25	29,36	27,34	23,89	24,94	22,40	24,78	31,23	25,06	27,10	38,99	28,27	25,54	26,20
		20	34,88	32,65	27,73	29,44	27,05	29,97	37,96	30,14	32,21	46,40	32,79	29,13	31,48
		15	42,91	40,44	33,02	35,90	34,08	37,87	48,32	37,79	39,89	57,25	39,47	34,02	39,37
10	55,67	52,99	40,79	45,97	45,96	51,33	66,38	50,60	53,16	74,66	50,66	41,32	52,52		
5	79,11	76,62	53,32	63,86	70,33	79,44	105,81	76,44	85,01	107,17	74,40	55,16	78,76		
2	105,78	104,43	65,35	83,27	103,00	118,17	164,20	110,14	162,04	144,98	109,70	81,08	112,44		

Tabela 79 - distribuição sazonal das curvas de permanência das vazões diárias na UG7.

Permanência		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano	
Permanência das Vazões Médias Diárias (m³/s)	UG7 CP_65094500	98	3,56	2,84	4,16	4,81	2,39	2,34	2,19	2,10	8,90	4,74	10,97	9,92	3,13
		95	6,56	5,03	6,99	6,96	4,20	4,79	6,24	5,68	9,16	9,32	11,25	10,18	6,33
		90	8,50	6,93	8,30	8,15	5,67	6,47	8,37	7,26	9,63	11,72	11,75	10,66	7,81
		85	9,64	8,15	9,07	8,90	6,60	7,46	9,53	8,13	10,15	13,09	12,30	11,18	8,65
		80	10,58	9,15	9,74	9,57	7,36	8,26	10,48	8,85	10,72	14,24	12,91	11,75	9,38
		75	11,48	10,09	10,42	10,26	8,08	9,03	11,40	9,56	11,37	15,37	13,58	12,39	10,11
		70	12,41	11,03	11,14	10,99	8,82	9,82	12,35	10,31	12,10	16,56	14,33	13,09	10,88
		65	13,42	12,02	11,93	11,81	9,61	10,67	13,39	11,14	12,92	17,86	15,18	13,89	11,74
		60	14,54	13,12	12,81	12,73	10,48	11,62	14,56	12,06	13,88	19,32	16,13	14,79	12,70
		55	15,81	14,35	13,82	13,78	11,47	12,70	15,90	13,13	14,98	20,99	17,23	15,82	13,81
		50	17,29	15,77	14,98	15,00	12,62	13,96	17,47	14,38	16,28	22,93	18,49	16,99	15,11
		45	19,04	17,43	16,34	16,45	13,99	15,46	19,35	15,87	17,82	25,23	19,98	18,37	16,66
		40	21,14	19,44	17,97	18,20	15,64	17,28	21,65	17,68	19,70	28,01	21,75	19,98	18,55
		35	23,73	21,91	19,93	20,35	17,70	19,56	24,53	19,94	22,02	31,45	23,91	21,92	20,90
		30	27,01	25,04	22,37	23,06	20,35	22,49	28,27	22,85	24,98	35,83	26,62	24,28	23,92
		25	31,31	29,16	25,47	26,60	23,88	26,42	33,30	26,72	28,90	41,58	30,14	27,24	27,94
		20	37,20	34,82	29,57	31,40	28,85	31,96	40,48	32,14	34,34	49,48	34,97	31,06	33,56
		15	45,76	43,13	35,21	38,29	36,35	40,38	51,53	40,30	42,54	61,05	42,09	36,28	41,98
10	59,36	56,51	43,50	49,02	49,01	54,73	70,79	53,96	56,69	79,62	54,02	44,06	56,00		
5	84,36	81,70	56,86	68,09	75,00	84,72	112,83	81,51	90,66	114,28	79,33	58,82	83,99		
2	112,80	111,36	69,69	88,80	109,83	126,02	175,10	117,45	172,79	154,60	116,98	86,46	119,90		

Tabela 80 - distribuição sazonal das curvas de permanência das vazões diárias na UG8.

Permanência		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano	
Permanência das Vazões Médias Diárias (m³/s)	UG8 CP_65094500	98	3,29	2,63	3,84	4,44	2,21	2,16	2,02	1,94	8,22	4,37	10,12	9,15	2,88
		95	6,06	4,64	6,45	6,42	3,87	4,42	5,76	5,24	8,46	8,60	10,38	9,40	5,84
		90	7,85	6,40	7,66	7,52	5,23	5,97	7,72	6,70	8,89	10,82	10,85	9,83	7,21
		85	8,90	7,53	8,37	8,21	6,09	6,88	8,80	7,50	9,36	12,08	11,35	10,31	7,99
		80	9,76	8,45	8,99	8,83	6,80	7,63	9,68	8,17	9,90	13,15	11,91	10,84	8,66
		75	10,60	9,31	9,61	9,47	7,46	8,33	10,52	8,83	10,49	14,19	12,54	11,43	9,33
		70	11,46	10,18	10,28	10,15	8,14	9,06	11,40	9,52	11,16	15,29	13,23	12,09	10,04
		65	12,39	11,10	11,01	10,90	8,87	9,85	12,36	10,28	11,93	16,49	14,01	12,82	10,83
		60	13,42	12,11	11,83	11,74	9,67	10,72	13,44	11,14	12,81	17,83	14,89	13,65	11,72
		55	14,60	13,24	12,76	12,72	10,59	11,72	14,68	12,12	13,83	19,37	15,90	14,60	12,75
		50	15,96	14,55	13,83	13,85	11,65	12,88	16,13	13,27	15,02	21,16	17,07	15,69	13,95
		45	17,57	16,09	15,08	15,19	12,91	14,27	17,86	14,65	16,45	23,29	18,44	16,95	15,38
		40	19,51	17,94	16,58	16,80	14,44	15,95	19,98	16,32	18,18	25,86	20,07	18,44	17,12
		35	21,90	20,22	18,40	18,78	16,34	18,05	22,64	18,41	20,32	29,03	22,07	20,23	19,29
		30	24,93	23,11	20,65	21,29	18,78	20,76	26,09	21,09	23,06	33,07	24,57	22,41	22,08
		25	28,90	26,91	23,51	24,55	22,04	24,38	30,74	24,66	26,67	38,37	27,82	25,14	25,79
		20	34,33	32,14	27,29	28,98	26,62	29,50	37,36	29,67	31,70	45,67	32,27	28,67	30,98
		15	42,23	39,80	32,50	35,34	33,54	37,27	47,56	37,20	39,26	56,35	38,85	33,48	38,75
10	54,79	52,15	40,15	45,25	45,23	50,52	65,34	49,80	52,32	73,48	49,86	40,66	51,69		
5	77,86	75,40	52,48	62,85	69,22	78,19	104,14	75,23	83,67	105,48	73,22	54,28	77,52		
2	104,10	102,78	64,32	81,95	101,37	116,31	161,61	108,40	159,48	142,69	107,97	79,80	110,66		

A discretização das vazões, por Ottobacia, serão incorporadas no sistema e de acordo com a base de dados do SIRHESC – SADPLAN/DRHI/SDS, objetivando a criação de uma nova base hídrica para outorga da bacia hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro.

4.3.3 Caracterização dos Usos Múltiplos de Água

As águas são consumidas visando diversas finalidades, desde a utilização para dessedentação humana e animal, até o emprego em cadeias produtivas industriais. Dessa forma, criou-se uma categorização em usos setoriais, adotada para fins de estudos técnicos, a fim de facilitar as análises que envolvem estimativas de demandas hídricas e disponibilidades, conforme o emprego dado ao mineral.

4.3.3.1 Análise dos Usos Consuntivos e Não-consuntivos da Bacia do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro

Para fins deste estudo, os usos da água foram divididos em unidades setoriais, seguindo a mesma segregação adotada pelo SIRHESC em seu portal de cadastro de usuário, a fim de unificar as informações e permitir interação entre as análises. Dessa forma, são eles:

- Abastecimento Público;
- Aproveitamento de Energia Hidrelétrica;
- Aquicultura;
- Criação Animal;
- Esgotamento Sanitário;
- Industrial;
- Irrigação;
- Mineração;
- Outros Usos;
- Produção de Energia Termelétrica.

Adotou-se a classificação da Agência Nacional de Águas (ANA, 2005) quanto ao tipo de uso: consuntivo, não-consuntivo e local.

- **Uso consuntivo:** são os que envolvem a retirada de água de um manancial, interferindo na diminuição da disponibilidade quantitativa, espacial e temporal. Exemplo: dessedentação de animais, abastecimento humano, irrigação, agricultura, pecuária, indústrias, arrefecimento de processos com geração de calor, etc;
- **Uso não consuntivo:** são aqueles que utilizam a água, mas não envolvem o consumo direto, permitindo que ela retorne à fonte natural, podendo ocorrer mudança no padrão de disponibilidade temporal. Exemplos: navegação, lazer, geração de energia elétrica, pesca, mineração, transporte, diluição e depuração de efluentes;
- **Uso local:** são aqueles que aproveitam a disponibilidade, na própria fonte, sem interferir significativamente na quantidade, tempo ou espaço. Exemplo: conservação de veredas, banhados, etc.

Com o intuito de facilitar a promoção das análises, relativas aos dados de usos consuntivos e não-consuntivos, optou-se pela divisão da bacia hidrográfica em unidades de planejamento, tornando possível a identificação de padrões e discrepâncias, devido à utilização de escala menor. Esta divisão deu origem as denominadas Unidades de Gestão (UGs). As unidades de gestão (UGs) foram divididas conforme a área de drenagem, em oito compartimentos distintos.

Bem como, para subsidiar o diagnóstico das demandas hídricas, foram utilizados os dados dos cadastros de usuários de água, referentes às vazões médias anuais, contidos no Sistema.

A análise se baseou na intersecção das informações levantadas sobre os usos, cadastros e outorgas, referentes à situação atual, até 23 de novembro de 2018, dos cadastros submetidos e aprovados. Os dados foram organizados e apresentados conforme as unidades de planejamento, a fim de quantificar os totais de demanda hídrica por tipo de uso.

Também é importante pesar que os usos setoriais não avaliados foram considerados para fins estatísticos, pois configuram como fontes potenciais para aumento da vazão de uso nas UGs. Não obstante, ressalva-se que ao cadastrar a tipologia de uso e quantificação do consumo de água no sistema, o mesmo já é automaticamente submetido a filtros de validação, os quais incidem sobre os dados, e são responsáveis pelo primeiro balizamento e triagem dos cadastros, a fim de descartar os considerados inválidos. Por essa razão, muitos dos cadastros classificados como “Não avaliados”, tendem a compor o rol de “Aprovados”.

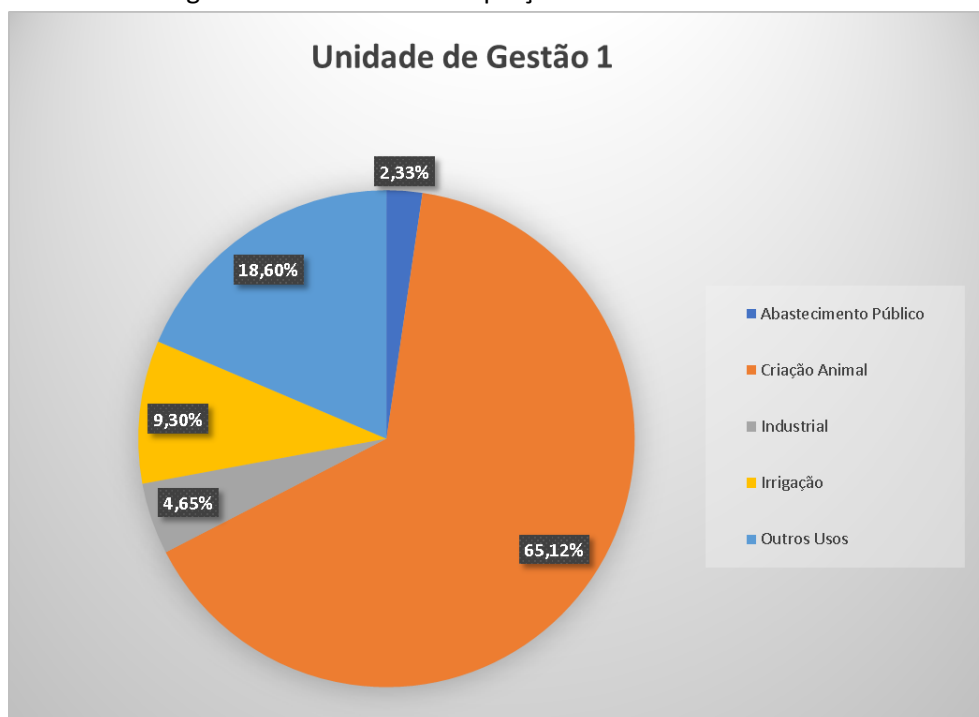
Por último, acrescenta-se que devido à diferença conceitual existente entre usuário de águas e consumidor de águas, os dados de cadastros de consumidores, da rede pública e privada, assim como suas vazões médias anuais, foram desconsiderados para fins de cálculo da demanda hídrica atual da bacia hidrográfica, dessa forma, evitando a ocorrência de sobreposições de vazões já integradas ao montante.

No que se refere à consistência dos dados cadastrados, esta fase será concluída durante a etapa de prognóstico, a qual resultará em dados com maior grau de veracidade, uma vez que identificará as unidades cadastradas que apresentam valores de captação em desacordo com a média do uso, conforme o tamanho da área ocupada, a cultura cultivada, o número de animais e espécie, a estação do ano, entre outras variáveis, para reprovação. A consistência se consolidará com a identificação das principais fragilidades, a fim de que sejam promovidas ações de capacitação dos usuários, focando nos principais erros cometidos durante o preenchimento dos dados, como a unidade de medida padrão do sistema, erros de digitação, etc, para saneamento dos conflitos.

4.3.3.1.1 UG1

A atividade dominante, no que tange aos cadastros submetidos na área de abrangência da UG1, é a criação de animais, seguida pelos outros usos, e irrigação, conforme Figura 138.

Figura 138 – número de captações cadastradas na UG1.



Fonte: CEURH, 2018. Referência Cadastral: 23/11/2018.

O fato se dá por a UG1 conter a região nordeste do Município de Canoinhas, caracterizada como zona rural, e responsável por alimentar o mercado regional de frigoríficos. Já os outros usos, são frequentemente numerosos, por abrangerem atividades variadas.

Destaca-se que 100% dos usos cadastrados no sistema na área da UG1, classificam-se como consuntivos, ou seja, nos quais o uso interfere quantitativamente na demanda hídrica.

Contudo, com base na quantidade de cadastros aprovados e sob análise, avalia-se que apesar de o maior número corresponder à atividade de criação animal, este setor ocupa apenas a terceira colocação, no que diz respeito às vazões médias anuais na UG1,

com uso de 6,95 l/s, cujo ranking é liderado pelo abastecimento público, com uso de 84,02 l/s.

O total geral de vazão média anual na UG1 corresponde a 99,50 l/s, segregada pelos usos setoriais, conforme Tabela 81.

Tabela 81 – vazões médias anuais cadastradas na UG1.

Usos Setoriais	Vazão (l/s)
Abastecimento Público	84,02
Aquicultura	-
Criação Animal	6,95
Industrial	8,23
Irrigação	0,23
Mineração	-
Outros Usos	0,08
Produção de Energia Termelétrica	-
Total Geral	99,50

Diante dos fatos, observou-se que as maiores vazões destinam-se ao abastecimento público, ao uso industrial e à criação de animais, com vazões médias anuais de 84,02 l/s, 8,23 l/s e 6,95 l/s. Ainda, sobre os usos setoriais cadastrados, tem-se a Tabela 82, com quantitativo, conforme status: aprovado, reprovado, e não avaliado.

Tabela 82 – quantitativo dos usos e situação cadastral.

Usos Setoriais	Aprovado	Não Avaliado	Reprovado
Abastecimento Público	-	1	-
Aquicultura	-	-	-
Criação Animal	1	27	1
Industrial	-	2	1
Irrigação	-	4	1
Mineração	-	-	-
Outros Usos	1	7	1
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-
Total Geral	2	41	4

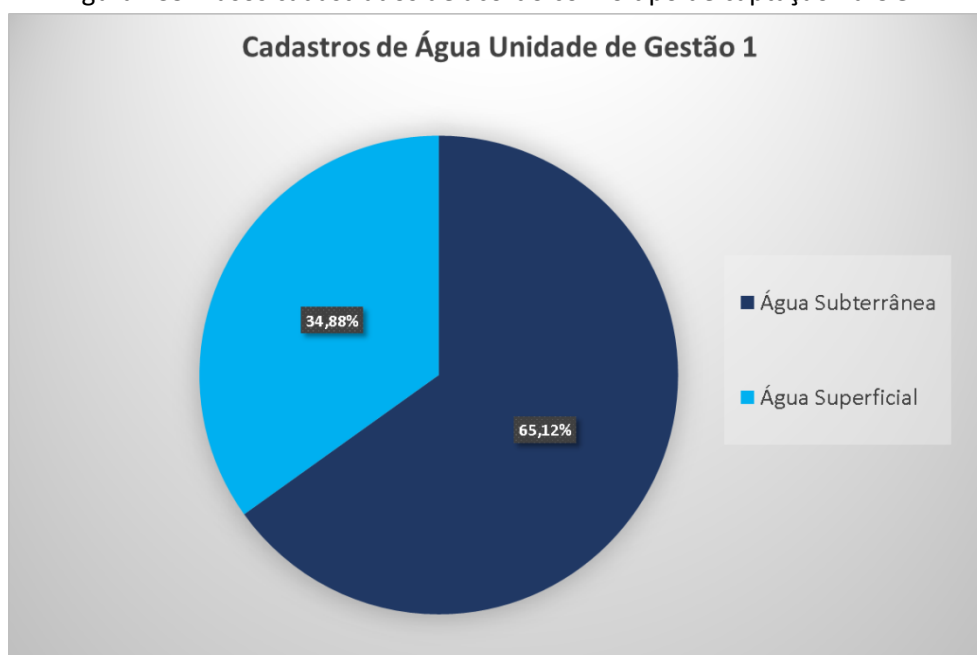
Em observação à tabela, identifica-se que a quantidade de pontos aprovados (2) é bastante inferior ao de cadastros não avaliados (41).

Dentre os maiores usuários da UG, destacam-se a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN – 84,02 l/s), voltada para o abastecimento público, a Fricasa Alimentos S/A (8,20 l/s), com utilização industrial, e Alfredo Luis Goestemeier (3,81 l/s), para criação animal, sendo as duas primeiras usuárias de águas superficiais, e o terceiro de águas subterrâneas.

4.3.3.1.1 Captação de água superficial versus captação de água subterrânea

Dentre os cadastros de usuários de águas contidos na UG1, predominam aqueles cuja captação provém de fontes subterrâneas, em detrimento às fontes superficiais, conforme Figura 139.

Figura 139 – usos cadastrados de acordo com o tipo de captação na UG1.



As captações subterrâneas na UG1 totalizaram 28 cadastros, os quais contemplaram as tipologias de poços profundos e poços rasos. Ao passo que, as captações superficiais perfizeram 15 cadastros, incluindo dados de nascentes, lagoas naturais ou lagoas e rios ou cursos d'água.

O grande número de cadastros referentes ao uso de águas subterrâneas, 12, está relacionado à instalação de poços rasos, utilizados pela atividade de criação animal (Tabela 83).

Tabela 83 – quantitativo de cadastros de usuários de águas, em razão do uso setorial e tipo de captação.

Usos Setoriais	Tipos de Captação UG1				
	Água Subterrânea		Água Superficial		
	Poço profundo	Poço raso	Nascente	Lago natural ou lagoa	Rio ou curso d'água
Abastecimento Público	-	-	-	-	1
Aquicultura	-	-	-	-	-
Criação Animal	7	12	2	4	3
Industrial	-	-	1	-	1
Irrigação	-	2	-	1	1
Mineração	-	-	-	-	-
Outros Usos	1	6	1	-	-
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-	-	-
TOTAL DE CADASTROS	28		15		

A atividade de criação animal também é destaque quanto ao número de poços profundos, com 7 cadastros. Como essa atividade é comumente realizada em zonas rurais, coincide com locais não atendidos pela rede distribuidora de abastecimento público, o que, conseqüentemente, acaba por impulsionar a construção de poços individuais para a obtenção de água e viabilidade do ofício.

No que tange às vazões médias anuais, aquelas vinculadas ao uso de águas superficiais superam drasticamente o de subterrâneas, isso decorre do fato de a captação superficial contemplar o cadastro de vazão máxima da UG1, responsável pelo abastecimento público do Município de Canoinhas. O montante corresponde a 92,62 l/s de captação em fontes superficiais, e 6,88 l/s em captação por fontes subterrâneas, conforme

Tabela 84.

Tabela 84 – vazões médias anuais (l/s) cadastradas na UG1, em razão do uso e tipo de captação.

Usos Setoriais	Tipos de Captação UG1				
	Água Subterrânea (l/s)		Água Superficial (l/s)		
	Poço profundo	Poço raso	Nascente	Lago natural ou lagoa	Rio ou curso d'água
Abastecimento Público	-	-	-	-	84,02
Aquicultura	-	-	-	-	-
Criação Animal	5,58	1,21	0,03	0,06	0,07
Industrial	-	-	0,02		8,20
Irrigação	-	0,04	-	0,001	0,19
Mineração	-	-	-	-	-
Outros Usos	0	0,06	0,02	-	-
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-	-	-
TOTAL DE VAZÃO	6,89		92,61		

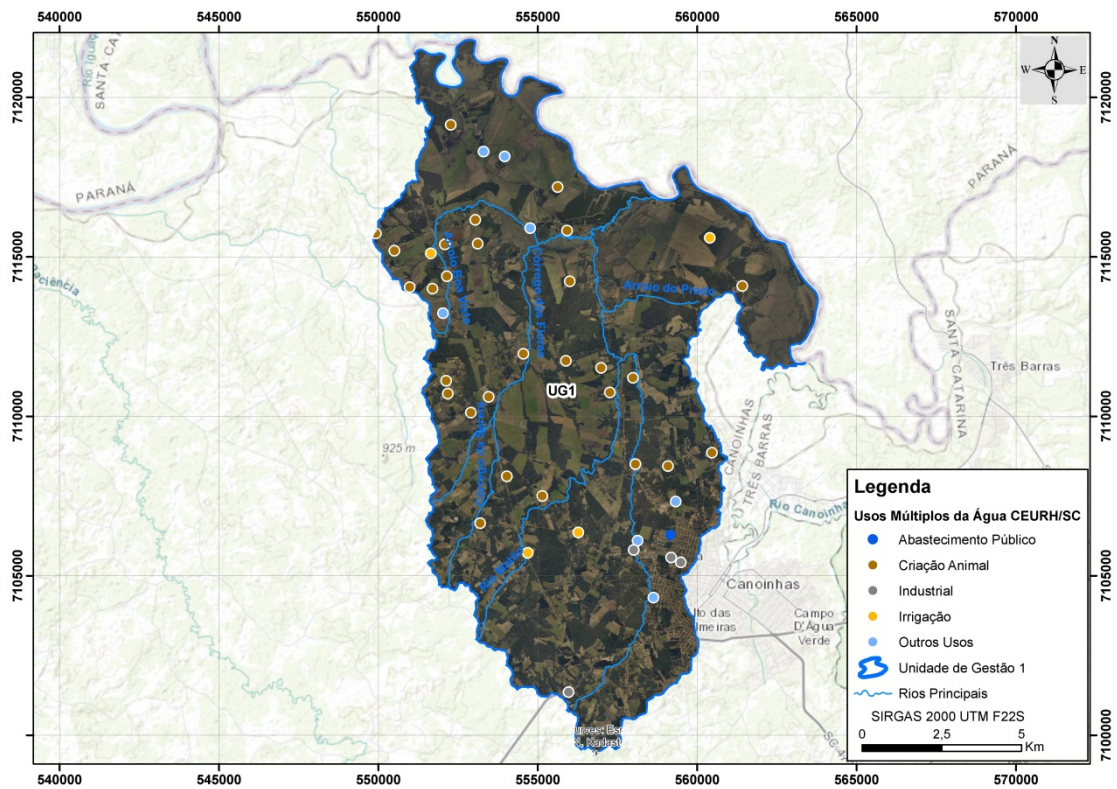
Com base nos dados, identifica-se que os maiores usuários de águas superficiais são as atividades de abastecimento público e uso industrial, com 84,02 l/s e 8,23 l/s de vazão média anual. Já dentre as captações de águas subterrâneas, a criação animal lidera com demanda de uso de 6,79 l/s, seguida pelos outros usos, com 0,06 l/s.

Portanto, diante dos expostos, conclui-se que a UG1 tem demanda hídrica predominantemente destinada ao abastecimento público, no que se refere à vazão utilizada, e à criação animal, no que diz respeito à quantidade de pontos de captação, tanto superficial como subterrânea.

4.3.3.1.1.2 Distribuição espacial dos usuários de água cadastrados

As unidades usuárias de água cadastradas no sistema dentro da UG1, cobrem toda a extensão territorial, estando distribuídas ao longo da área de abrangência, com a criação animal, setor predominante em número de cadastros, disposta principalmente na região central e centro-norte da UG. O único ponto destinado à captação para o abastecimento público, do qual provém a maior demanda hídrica registrada da UG, situa-se na porção sudeste da UG1 (Figura 140).

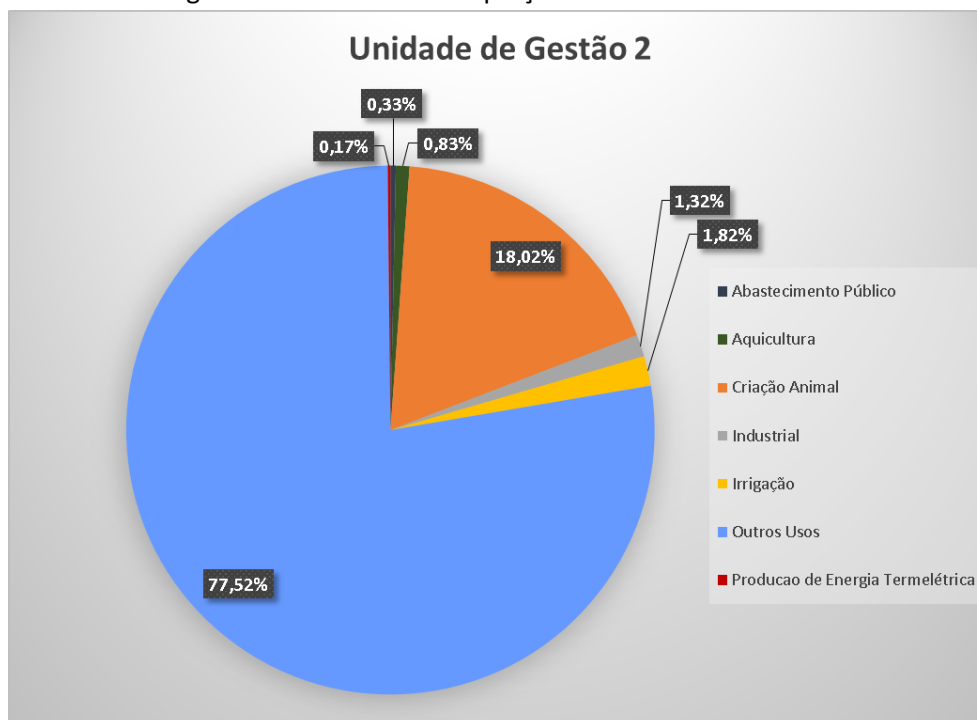
Figura 140 – usuários de água cadastrados, espacializados sobre a UG1.



4.3.3.1.2 UG2

Sobre as atividades predominantes, na área de abrangência da UG2, acentuaram-se os outros usos, seguidos pela criação animal, e irrigação, conforme Figura 141.

Figura 141 – número de captações cadastradas na UG2.



Fonte: CEURH, 2018. Referência Cadastral: 23/11/2018.

Os usos setoriais classificados como outros usos, foram bastante numerosos nessa UG, o que é comum ocorrer, por abrangerem atividades variadas em seu escopo. Além disso, a UG2 é predominantemente urbana, e por essa razão, abarca maior diversidade de consumos para as águas, já que dispõe de maior contingente populacional, e conseqüentemente, mais empreendimentos e usos privados instalados.

Dentre os usos cadastrados no sistema, no interior do espaço de ocorrência da UG2, 1% classificam-se como não consuntivos, enquanto 99% são considerados consuntivos, ou seja, apesar de compor rol variado, diferentemente do cenário apresentado na UG1, ainda assim dominam os usos que interferem quantitativamente na disponibilidade hídrica.

No entanto, com base na quantidade de cadastros aprovados e sob análise, considerando às vazões médias anuais de cada setor, verifica-se que o uso preponderante não é o responsável pelo maior volume de captação na UG2, pois dispõe de vazão média anual de 106,16 l/s, ao passo que o uso industrial, destacado apenas

como o quarto em número total de cadastros, apresenta 163,94 l/s de vazão média anual.

O total geral de vazão média anual na UG2 corresponde a 357,14 l/s, segregada pelos usos setoriais, conforme Tabela 85. O montante supera o das UGs 1, 3, 4 e 5, a serem apresentadas na sequência, caracterizando como a quarta UG com maior registro de demanda hídrica, de acordo com os cadastros aprovados e sob análise.

Tabela 85 – vazões médias anuais cadastradas na UG2.

Usos Setoriais	Vazão (l/s)
Abastecimento Público	23,10
Aquicultura	6,41
Criação Animal	44,60
Industrial	163,94
Irrigação	6,96
Mineração	-
Outros Usos	106,16
Produção de Energia Termelétrica	5,97
Total Geral	357,14

A partir dos dados levantados, observou-se que as maiores vazões decorrem do uso industrial, os outros usos, e a criação animal, com vazões médias anuais de 163,94 l/s, 106,16 l/s e 44,60 l/s, respectivamente.

Adicionalmente, sobre os usos setoriais cadastrados, tem-se a Tabela 86, com quantitativo, conforme status: aprovado, reprovado, e não avaliado.

Tabela 86 – quantitativo dos usos e situação cadastral.

Usos Setoriais	Aprovado	Não Avaliado	Reprovado
Abastecimento Público	1	1	-
Aquicultura	-	5	1
Criação Animal	3	106	5
Industrial	2	6	2
Irrigação	3	8	6
Mineração	-	-	-
Outros Usos	5	464	102
Produção de Energia Termelétrica	-	1	-
Total Geral	14	591	116

Assim como os dados da UG1, a quantidade de pontos aprovados (14) é bastante inferior ao de cadastros não avaliados (591), bem como, verifica-se que os outros usos são os responsáveis pelo maior número de cadastros submetidos (464), e também de

reprovados (102), com índice de 17,86% em relação ao número de cadastros submetidos.

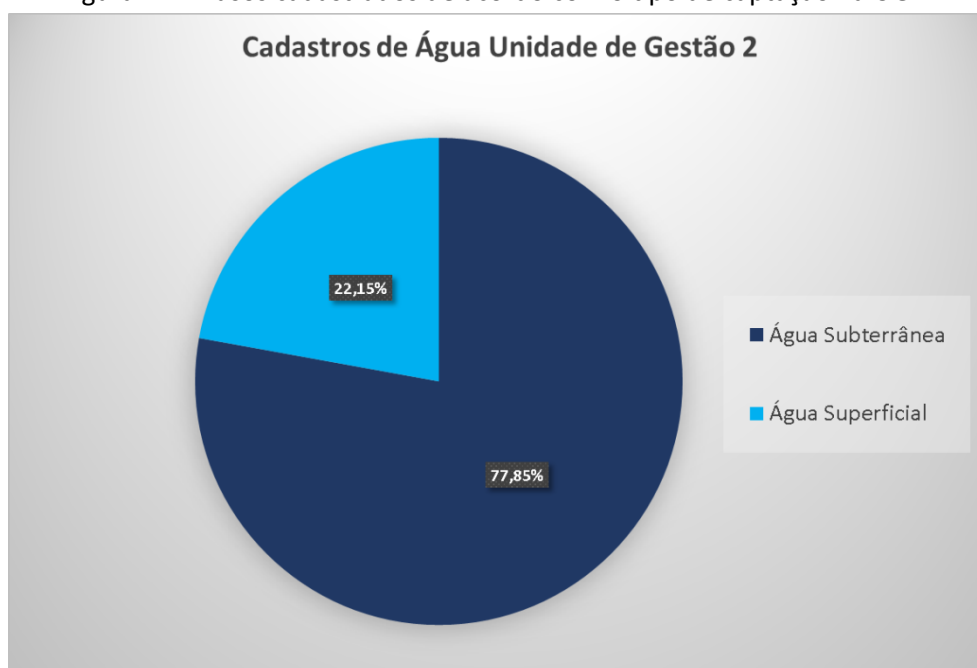
Ainda diante da Tabela 85, em comparação à Tabela 86, destaca-se que mesmo com apenas 10 (dez) cadastros, o uso industrial lidera como maior usuário.

Dentre os maiores usuários da UG, destacam-se a Companhia Canoinhas de Papel (95,89 l/s), com emprego no setor industrial, a Mili S.A. (60,27 l/s), também com utilização na indústria, e Anderson Padilha (38,05 l/s), do setor de outros usos, sendo as duas primeiras usuárias de águas superficiais, e o terceiro de águas subterrâneas.

4.3.3.1.2.1 Captação de água superficial versus captação de água subterrânea

Na UG2 predominam os cadastros cuja captação provém de fontes subterrâneas, em detrimento às fontes superficiais, conforme Figura 142.

Figura 142 – usos cadastrados de acordo com o tipo de captação na UG2.



As captações subterrâneas na UG2 totalizaram 471 cadastros, os quais contemplaram as tipologias de poços profundos e poços rasos, sendo mais de três vezes o total das captações subterrâneas, com 134 cadastros, incluindo dados de nascentes,

lagos naturais ou lagoas, rios ou cursos d'água, açudes e barragens de nível ou de acumulação.

O destaque nesse quesito é para o alto número de poços rasos referentes aos outros usos e à criação animal (Tabela 87).

Tabela 87 – quantitativo de cadastros de usuários de águas, em razão do uso setorial e tipo de captação.

Usos Setoriais	Tipos de Captação UG2						
	Água Subterrânea		Água Superficial				
	Poço profundo	Poço raso	Nascente	Lago natural ou lagoa	Rio ou curso d'água	Açude	Barragem de nível ou de acumulação
Abastecimento Público	-	-	-	-	2	-	-
Aquicultura	-	1	1	-	1	2	-
Criação Animal	9	57	6	3	29	4	1
Industrial	2	2	-	-	4	-	-
Irrigação	2	2	-	1	2	2	2
Mineração	-	-	-	-	-	-	-
Outros Usos	22	374	49	1	18	5	-
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-	-	1	-	-
TOTAL DE CADASTROS	471		134				

Os outros usos também despontam quanto ao número de poços profundos, com 22 cadastros. Da mesma forma, no que tange à captação superficial em rios ou cursos d'água, lideram a criação animal e os outros usos, com 29 e 18 cadastros, bem como no que se refere à captação em nascentes, com 49 e 6 cadastros, respectivamente.

Os outros usos estão ligados à comercialização de água bruta, recreação ou lazer em lagos, piscinas e parques, adequação paisagística, controle de inundações e estiagens, usos sanitários diversos, entre outras atividades.

Sobre as vazões médias anuais, assim como ocorrido nas UGs anteriores, a demanda de uso de águas superficiais supera a de águas subterrâneas em mais de 60 l/s, ainda que em número de cadastros, o predomínio seja das águas subterrâneas, com 55,70% pontos a mais de captação.

O fato se dá principalmente por o uso industrial concentrar uma demanda de 163,41 l/s de captação em rios ou cursos d'água, excedendo todos os demais usos cadastrados na UG2.

Ademais, como o abastecimento público dos Municípios de Canoinhas, Três Barras e Papanduva, integrantes da UG2, provém em sua maioria das UGs limítrofes, a categoria ocupou apenas o quarto lugar em demanda de uso, não configurando uso expressivo, já que abastece apenas Major Vieira e Monte Castelo.

O montante corresponde a 209,78 l/s de captação em fontes superficiais, e 147,36 l/s em captação por fontes subterrâneas, conforme Tabela 88.

Tabela 88 – vazões médias anuais (l/s) cadastradas na UG2, em razão do uso e tipo de captação.

Usos Setoriais	Tipos de Captação UG2						
	Água Subterrânea (l/s)		Água Superficial (l/s)				
	Poço profundo	Poço raso	Nascente	Lago natural ou lagoa	Rio ou curso d'água	Açude	Barragem de nível ou de acumulação
Abastecimento Público	-	-	-	-	23,10	-	-
Aquicultura	-	0,04	1,97	-	0,38	4,01	-
Criação Animal	4,73	38,80	0,14	0,04	0,82	0,05	0,02
Industrial	0,39	0,14	-	-	163,41	-	-
Irrigação	0,15	0,12	-	0,38	2,40	0,26	3,65
Mineração	-	-	-	-	-	-	-
Outros Usos	1,15	101,84	2,53	0,15	0,43	0,05	-
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-	-	5,97	-	-
TOTAL DE VAZÃO	147,36		209,78				

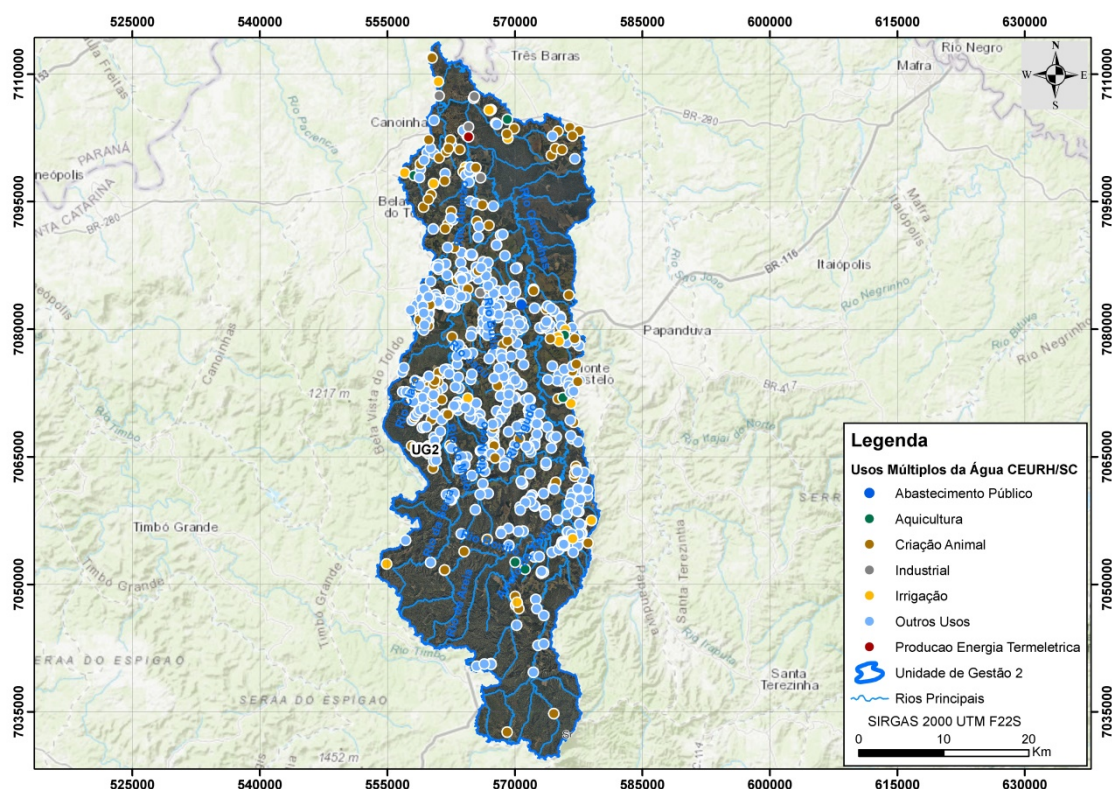
Com base nos dados, identifica-se que os maiores usuários de águas superficiais são as atividades de uso industrial e abastecimento público, com 163,41 l/s e 23,10 l/s de vazão média anual. Já dentre as captações de águas subterrâneas, os outros usos lideram com demanda de uso de 102,99 l/s, seguidos pela criação animal, com 43,53 l/s.

Portanto, diante dos expostos, conclui-se que a UG2 apresentou demanda hídrica predominantemente destinada às atividades industriais, no que se refere à vazão utilizada, e aos outros usos e criação animal, no que diz respeito à quantidade de pontos de captação, tanto superficial como subterrânea.

4.3.3.1.2.2 Distribuição espacial dos usuários de água cadastrados

A distribuição espacial das unidades usuárias de água cadastradas no sistema dentro da UG2, concentram-se principalmente na região central, com predominância dos outros usos. Ao Norte, é possível identificar um acúmulo de cadastros relacionados à criação animal, e quatro dos oito usuários destinados ao setor industrial, como também, o único ponto de toda a bacia, com captação destinada à produção de energia termelétrica. Já no centro-norte, encontra-se o ponto de captação para abastecimento público (Figura 143).

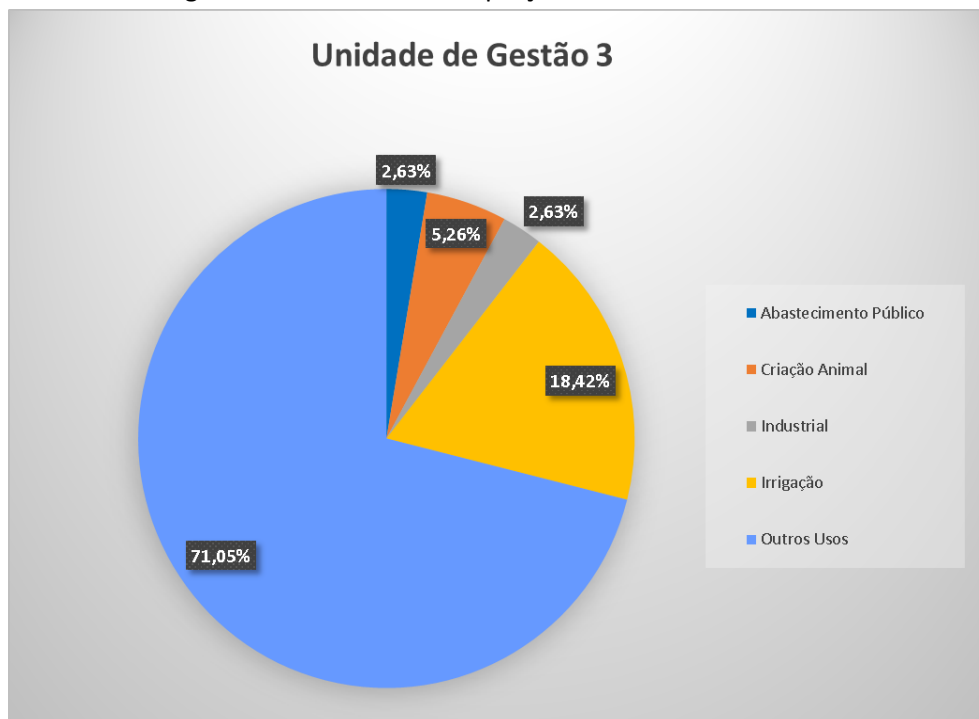
Figura 143 – usuários de água cadastrados, espacializados sobre a UG2.



4.3.3.1.3 UG3

Dentre as atividades predominantes, na área de abrangência da UG3, sobressaíram-se os outros usos, seguidos pela irrigação, e criação animal, conforme Figura 144.

Figura 144 – Número de captações cadastradas na UG3.



Fonte: CEURH, 2018. Referência Cadastral: 23/11/2018.

Os usos setoriais classificados como outros usos, foram os mais numerosos na UG3, a qual abrange quase em totalidade o Município de Três Barras. A predominância dos outros usos é frequente, já que compreende rol variado de atividades usuárias. Contudo, pode-se concluir que o segundo e terceiro setor com maior número de cadastros submetidos, correspondem a atividades tipicamente rurais, tendo em vista tratar-se de irrigação e criação animal.

Quanto à classificação relacionada ao tipo de uso da água na UG3, 100% dos cadastros são consuntivos, ou seja, predominam os usos que interferem quantitativamente na disponibilidade hídrica.

Ainda, de acordo com os cadastros aprovados e pendentes de avaliação, no que tange às vazões médias anuais de cada setor, verifica-se que o uso sobressalente, abastecimento público, não é o mesmo responsável pelo maior volume de captação na UG3, pois dispõe de vazão média anual de 2,62 l/s, enquanto que o abastecimento público responde por 16,49 l/s, mesmo detendo um único cadastro.

O total geral de vazão média anual na UG3 corresponde a 21,21 l/s, segregada pelos usos setoriais, conforme Tabela 89. O montante é o menor registrado entre as UGs da bacia hidrográfica, o que não abisma, uma vez que a UG3 é também a menor em termos de território.

Tabela 89 – Vazões médias anuais cadastradas na UG3.

Usos Setoriais	Vazão (l/s)
Abastecimento Público	16,49
Aquicultura	-
Criação Animal	0,15
Industrial	0,33
Irrigação	1,63
Mineração	-
Outros Usos	2,62
Produção de Energia Termelétrica	-
Total Geral	21,21

Diante dos dados elencados, observou-se que as maiores vazões destinam-se ao abastecimento público, aos outros usos e à irrigação, com vazões médias anuais de 16,49 l/s, 2,62 l/s e 1,63 l/s. Também sobre os usos setoriais cadastrados, tem-se a Tabela 90, com quantitativo, conforme status: aprovado, reprovado, e não avaliado.

Tabela 90 – Quantitativo dos usos e situação cadastral.

Usos Setoriais	Aprovado	Não Avaliado	Reprovado
Abastecimento Público	-	1	-
Aquicultura	-	-	-
Criação Animal	-	2	1
Industrial	-	1	-
Irrigação	-	7	-
Mineração	-	-	-
Outros Usos	16	11	1
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-
Total Geral	16	22	2

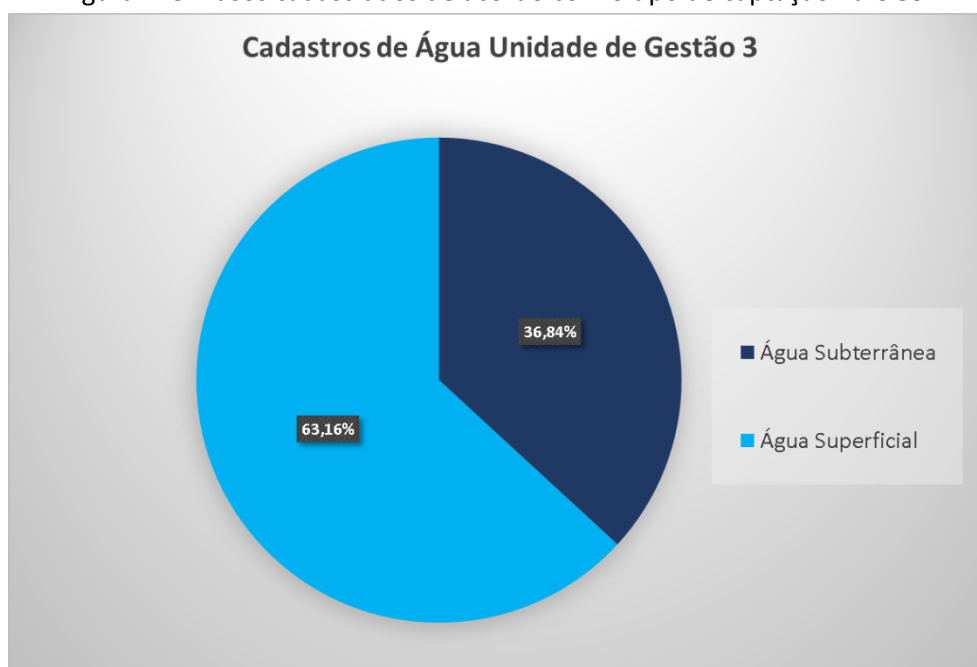
Em observância à tabela, identifica-se que apesar de a quantidade de pontos aprovados (16) ser inferior ao de cadastros não avaliados (22), a discrepância é menor do que a encontrada nas outras UGs.

Dentre os maiores usuários da UG, destacam-se a Companhia Catarinense da Águas e Saneamento (CASAN – 16,49 l/s), do setor de abastecimento público, Sérgio Antônio Binot (0,68 l/s), para irrigação, e Altemir Paulo Binot (0,68 l/s), também para irrigação, sendo todas usuárias de águas superficiais.

4.3.3.1.3.1 Captação de água superficial versus captação de água subterrânea

Dentre os cadastros de usuários de águas contidos na UG3, predominam aqueles cuja captação provém de fontes superficiais, em detrimento às fontes subterrâneas, conforme Figura 145.

Figura 145 – usos cadastrados de acordo com o tipo de captação na UG3.



As captações subterrâneas na UG3 totalizaram 14 cadastros, os quais contemplaram as tipologias de poços profundos (6) e poços rasos (8). Ao passo que, as captações superficiais perfizeram 24 cadastros, incluindo dados de lagos naturais ou lagoas, rios ou cursos d'água e açudes.

O grande número de cadastros referentes ao uso de águas subterrâneas, está relacionado à instalação de poços profundos e rasos, utilizados pela classe outros usos (10) (Tabela 91).

Tabela 91 – quantitativo de cadastros de usuários de águas, em razão do uso setorial e tipo de captação.

Usos Setoriais	Tipos de Captação UG3				
	Água Subterrânea		Água Superficial		
	Poço profundo	Poço raso	Lago natural ou lagoa	Rio ou curso d'água	Açude
Abastecimento Público	-	-	-	1	-
Aquicultura	-	-	-	-	-
Criação Animal	-	-	-	1	1
Industrial	-	1	-	-	-
Irrigação	2	1	2	2	-
Mineração	-	-	-	-	-
Outros Usos	4	6	1	15	1
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-	-	-
TOTAL DE CADASTROS	14		24		

A atividade também sobressai quanto às captações superficiais, principalmente em rios ou cursos d'água, com um total de 15 unidades usuárias.

De acordo com o cenário atual, para ambas as tipologias de captação (subterrânea e superficial), os outros usos e a irrigação lideram em número de pontos cadastrados.

Em relação às vazões médias anuais, aquelas vinculadas ao uso de águas superficiais superam o de subterrâneas em mais de 90%, o que é impulsionado pelo fato da captação superficial contemplar o cadastro de vazão máxima da UG3, responsável pelo abastecimento público do Município de Três Barras (16,49 l/s). O montante corresponde a 19,30 l/s de captação em fontes superficiais, e 1,92 l/s em captação por fontes subterrâneas, conforme

Tabela 92.

Tabela 92 – vazões médias anuais (l/s) cadastradas na UG3, em razão do uso e tipo de captação.

Usos Setoriais	Tipos de Captação UG3				
	Água Subterrânea (l/s)		Água Superficial (l/s)		
	Poço profundo	Poço raso	Lago natural ou lagoa	Rio ou curso d'água	Açude
Abastecimento Público	-	-	-	16,49	-
Aquicultura	-	-	-	-	-
Criação Animal	-	-	-	0,13	0,01
Industrial	-	0,33	-	-	-
Irrigação	0,19	0,01	1,37	0,06	-
Mineração	-	-	-	-	-
Outros Usos	1,25	0,14	0,03	0,70	0,49
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-	-	-
TOTAL DE VAZÃO	1,92		19,30		

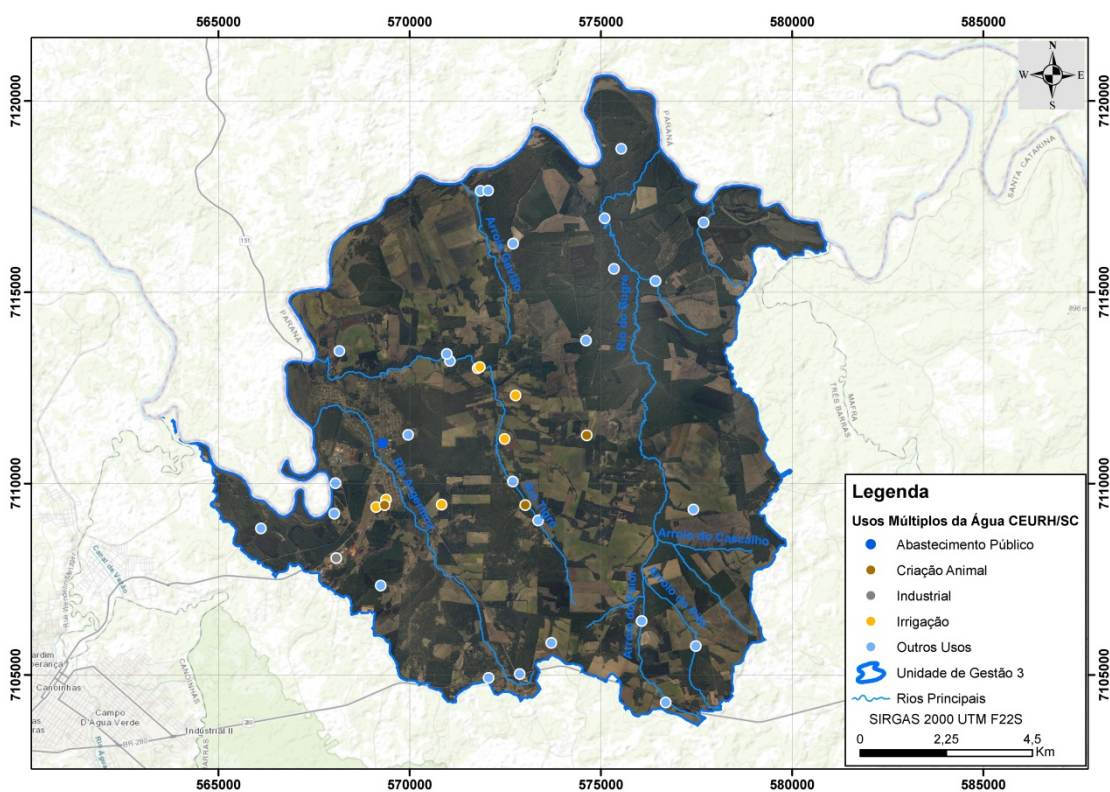
Dessa forma, identifica-se que os maiores usuários de águas superficiais são as atividades de abastecimento público e irrigação, com 16,49 l/s e 1,43 l/s de vazão média anual, respectivamente, condição distinta se comparada ao número de usuários por atividade. Já dentre as captações de águas subterrâneas, os outros usos lideram com demanda de uso de 1,39 l/s, seguida pelo uso industrial, com 0,33 l/s.

Portanto, diante dos expostos, conclui-se que a UG3 tem demanda hídrica predominantemente destinada ao abastecimento público, no que se refere à vazão utilizada, e à outros usos, no que diz respeito à quantidade de pontos de captação, tanto superficial como subterrânea.

4.3.3.1.3.2 Distribuição espacial dos usuários de água cadastrados

As unidades usuárias de água cadastradas no sistema dentro da UG3, cobrem quase igualmente toda a extensão territorial da UG, principalmente no que tange aos outros usos, setor predominante da UG3 em número de unidades cadastradas. Por sua vez, a irrigação concentrou seus cadastros na região centro-oeste da UG. Quanto à vazão, o único ponto destinado à captação para o abastecimento público, do qual provém a maior demanda hídrica registrada da unidade de gestão, situa-se na porção oeste da UG3 (Figura 146).

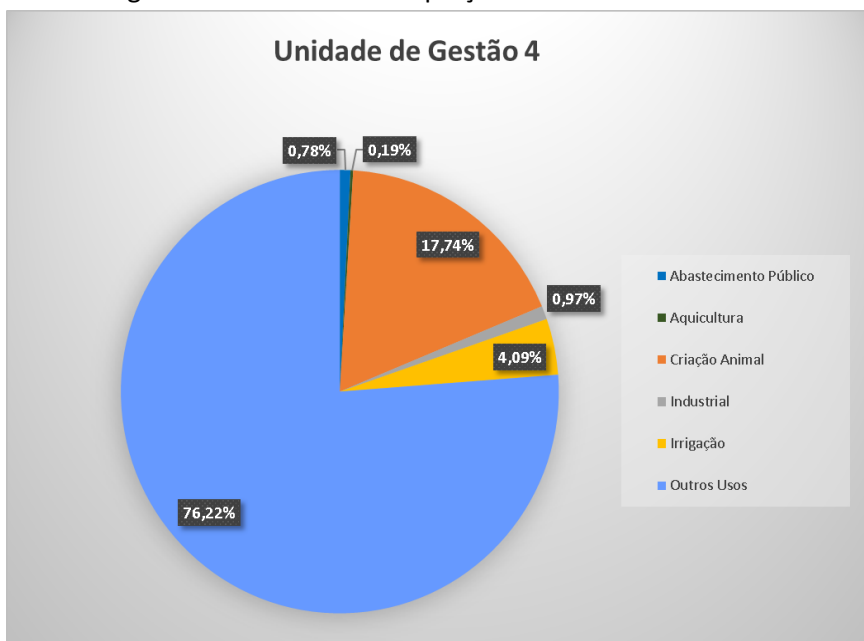
Figura 146 – usuários de água cadastrados, espacializados sobre a UG3.



4.3.3.1.4 UG4

Quanto às atividades predominantes, na área de abrangência da UG4, predominam as classes: outros usos, criação animal, e irrigação, conforme Figura 147.

Figura 147 – número de captações cadastradas na UG4.



Fonte: CEURH, 2018. Referência Cadastral: 23/11/2018.

Ainda que com muitas diferenças no que tange ao uso do solo, o mesmo panorama de lideranças foi encontrado na UG2.

A área da UG4 compreende parcialmente os Municípios de Mafra, Itaiópolis, Papanduva, e Três Barras, onde se destaca que apenas um dos cadastros corresponde ao uso não consuntivo, ou seja, menos de 1% do total, enquanto os outros 512 cadastros são consuntivos, apresentando potencial de interferência quantitativa na demanda hídrica.

Além disso, com base na quantidade de cadastros aprovados e sob análise, considerando às vazões médias anuais de cada setor, verifica-se que o uso imperante é o mesmo responsável pelo maior volume de captação na UG4, pois os outros usos dispõem de vazão média anual de 71,79 l/s, ao passo que a irrigação, terceira em número total de cadastros, apresenta 52,94 l/s de vazão média anual, a criação animal 35,56 l/s, e o abastecimento público 34,22 l/s.

O total de vazão média anual na UG4 corresponde a 195,31 l/s, segregada pelos usos setoriais, conforme Tabela 93. O montante coloca a UG4 na quinta posição de maior registro de demanda hídrica, de acordo com os cadastros aprovados e sob análise.

Tabela 93 – vazões médias anuais cadastradas na UG4.

Usos Setoriais	Vazão (l/s)
Abastecimento Público	34,22
Aquicultura	0,02
Criação Animal	35,56
Industrial	0,77
Irrigação	52,94
Mineração	-
Outros Usos	71,79
Produção de Energia Termelétrica	-
Total Geral	195,31

Consequentemente, observou-se que as maiores vazões destinam-se aos outros usos, à irrigação e à criação animal. Ainda, sobre os usos setoriais cadastrados, tem-se a Tabela 94, com quantitativo, conforme status: aprovado, reprovado, e não avaliado.

Tabela 94 – quantitativo dos usos e situação cadastral.

Usos Setoriais	Aprovado	Não Avaliado	Reprovado
Abastecimento Público	2	2	-
Aquicultura	-	1	-
Criação Animal	3	88	1
Industrial	-	5	-
Irrigação	1	20	-
Mineração	-	-	-
Outros Usos	13	378	1
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-
Total Geral	19	494	2

Em exame à tabela, identifica-se que a quantidade de pontos aprovados (19) é bastante menor em relação ao de cadastros não avaliados (494).

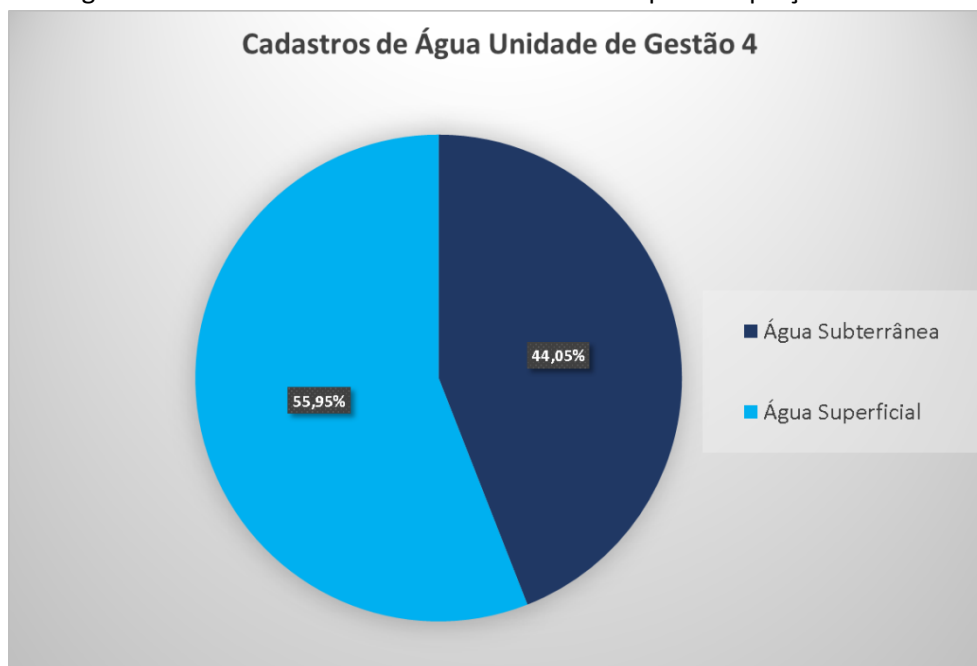
Os maiores usuários da UG4 são o Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE – 28,60 l/s superficial), cujo utiliza para o abastecimento público, João Paulo Worell (22,83 l/s subterrâneo), para emprego na criação animal, e a Agrícola Igarashi Eireli (12,14 l/s superficial), na irrigação, sendo o primeiro e a última usuários de águas superficiais, e o segundo de águas subterrâneas.

4.3.3.1.4.1 Captação de água superficial versus captação de água subterrânea

Dentre os cadastros de usuários de águas da UG4, predominam aqueles cuja captação provém de fontes superficiais, em detrimento às fontes subterrâneas, conforme Figura 148.

As captações subterrâneas na UG1 totalizaram 226 cadastros, os quais contemplaram as tipologias de poços profundos (51) e poços rasos (175). Ao passo que, as captações superficiais perfizeram 287 cadastros, incluindo dados de nascentes, lagos naturais ou lagoas, rios ou cursos d'água, e açudes.

Figura 148 – usos cadastrados de acordo com o tipo de captação na UG4.



O grande número de cadastros referentes ao uso de águas subterrâneas, está relacionado à instalação de poços rasos, utilizados pelos outros usos (111), assim como de poços profundos (28) (Tabela 95).

Tabela 95 – quantitativo de cadastros de usuários de águas, em razão do uso setorial e tipo de captação.

Usos Setoriais	Tipos de Captação UG4					
	Água Subterrânea		Água Superficial			
	Poço profundo	Poço raso	Nascente	Lago natural ou lagoa	Rio ou curso d'água	Açude
Abastecimento Público	3	-	-	-	1	-
Aquicultura	-	-	-	-	1	-
Criação Animal	15	62	3	-	4	7
Industrial	2	2	-	-	1	-
Irrigação	3	-	-	1	12	5
Mineração	-	-	-	-	-	-
Outros Usos	28	111	235	1	11	5
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-	-	-	-
TOTAL DE CADASTROS	226		287			

A atividade também lidera quanto ao número de poços profundos, com 28 cadastros. Cabe salientar que, dentre as UGs componentes da Bacia Hidrográfica do rio Canoinhas e afluentes catarinenses do rio Negro, a UG4 é a que apresenta maior equilíbrio entre a quantidade de pontos cadastrados de captação superficiais e subterrâneos.

Apesar do equilíbrio no número total de cadastros, no que tange às vazões médias anuais, aquelas vinculadas ao uso de águas superficiais superam essencialmente o de subterrâneas. A razão se dá por a captação superficial contemplar três importantes usos, de maior vazão na UG4, quais sejam: outros usos, irrigação e abastecimento público. O montante corresponde a 142,16 l/s de captação em fontes superficiais, e 53,14 l/s em captação por fontes subterrâneas, conforme Tabela 96.

Tabela 96 – vazões médias anuais (l/s) cadastradas na UG4, em razão do uso e tipo de captação.

Usos Setoriais	Tipos de Captação UG4					
	Água Subterrânea (l/s)		Água Superficial (l/s)			
	Poço profundo	Poço raso	Nascente	Lago natural ou lagoa	Rio ou curso d'água	Açude
Abastecimento Público	5,62	-	-	-	28,60	-
Aquicultura	-	-	-	-	0,02	-
Criação Animal	27,00	5,14	1,00	-	2,36	0,07
Industrial	0,04	0,65	-	-	0,09	-
Irrigação	0,41	-	-	0,84	42,94	8,76
Mineração	-	-	-	-	-	-
Outros Usos	1,50	12,81	57,03	0,04	0,36	0,05
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-	-	-	-
TOTAL DE VAZÃO	53,14		142,16			

Em mão dos dados, detecta-se que os maiores usuários de águas superficiais são os outros usos e a atividade de irrigação, com 57,48 l/s e 52,54 l/s de vazão média anual, respectivamente. Já dentre as captações de águas subterrâneas, a criação animal lidera com demanda de uso de 32,14 l/s, seguida pelos outros usos, com 14,31 l/s.

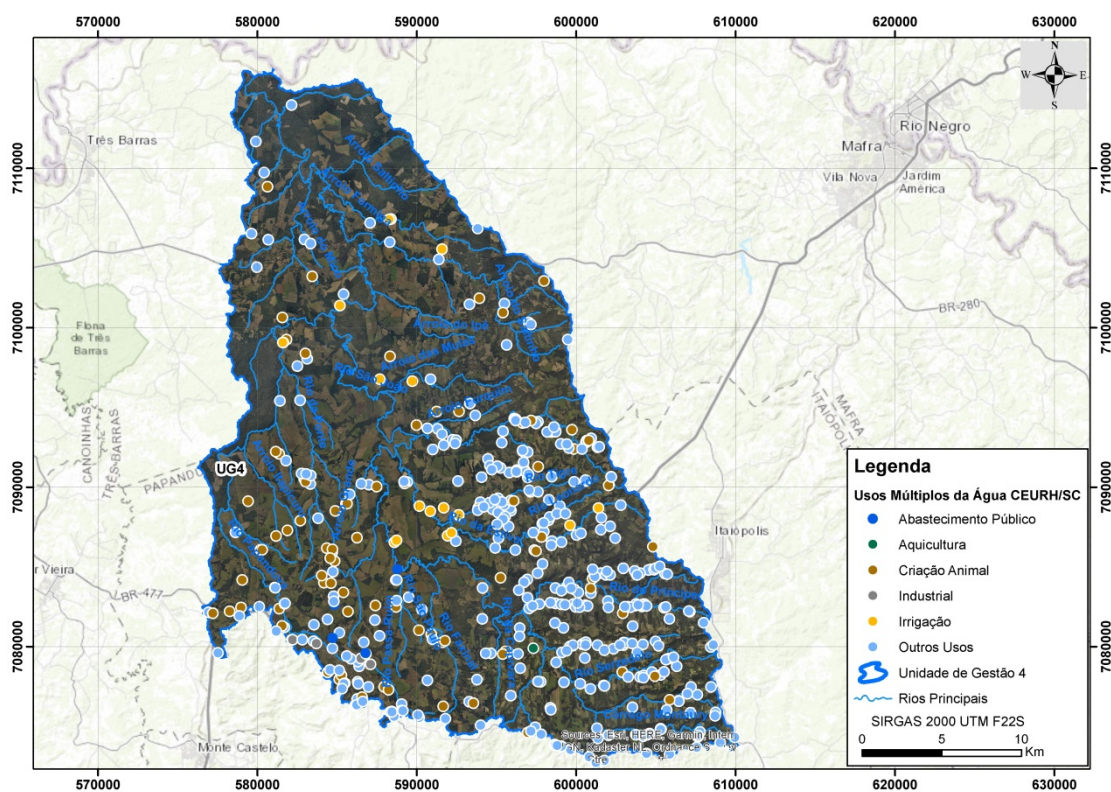
Portanto, diante dos expostos, conclui-se que a UG4 tem demanda hídrica predominantemente destinada aos outros usos, no que se refere à vazão utilizada, e no que diz respeito à quantidade de pontos de captação, tanto superficial como subterrânea.

4.3.3.1.4.2 Distribuição espacial dos usuários de água cadastrados

A distribuição espacial das unidades usuárias de água cadastradas na UG4, demonstra uma aglomeração na região sul, com enfoque ainda maior na porção sudeste, com registros praticamente inexpressivos na direção norte.

O sul e sudeste também são os locais com maior incidência de pontos de captação destinados aos outros usos, setor predominante em número de cadastros e vazão média anual. Por outro lado, o setor de criação animal, segundo nos rankings, concentrou cadastros na porção sudoeste, mesma região onde se encontram os dois pontos destinados à captação para o abastecimento público. Também na região sul, encontra-se o ponto de uso na aquicultura (Figura 149).

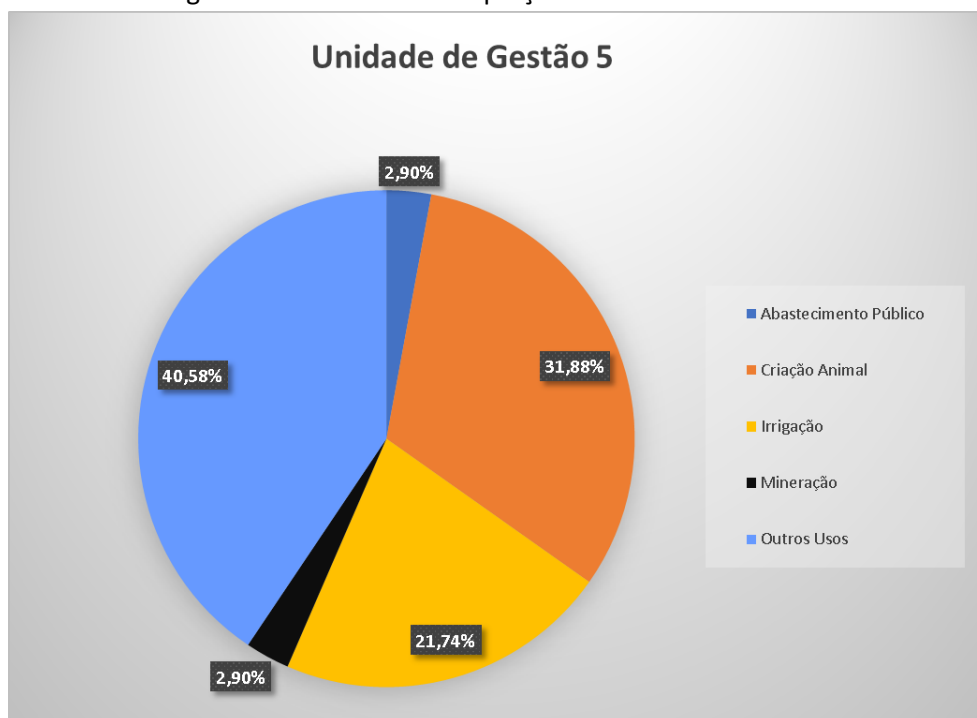
Figura 149 – usuários de água cadastrados, espacializados sobre a UG4.



4.3.3.1.5 UG5

As atividades predominantes, na área de abrangência da UG5, são os outros usos, seguidos pela criação animal, e pela irrigação, conforme Figura 150.

Figura 150 – número de captações cadastradas na UG5.



Fonte: CEURH, 2018. Referência Cadastral: 23/11/2018.

Assim como na UG2 e UG4, a UG5 repete a mesma ordem de usos dominantes. Contudo, apresenta maior participação de cada setor, sem grandes disparidades entre os três principais usos.

A área da UG5 está quase integralmente contida dentro do Município de Mafra, com a porção sul adentrando Itaiópolis. Nessa UG, destaca-se que dois dos cadastros correspondem ao uso não consuntivo (mineração), ou seja, aproximadamente 3% do total, enquanto os outros 67 cadastros são consuntivos, apresentando potencial de interferência quantitativa na demanda hídrica.

Todavia, de acordo com a quantidade de cadastros aprovados e pendentes de avaliação, pondera-se que apesar de o maior número corresponder ao outros usos, este setor é o que detém menor vazão média anual na UG5, com uso de apenas 1,05 l/s, cujo

ranking é liderado pela atividade de criação animal, com uso de 16,16 l/s, e mineração, com vazão de 5,14 l/s..

O total geral de vazão média anual na UG5 corresponde a 29,01 l/s, segregada pelos usos setoriais, conforme Tabela 97. O valor classifica a UG5 na penúltima posição de maior registro de demanda hídrica, de acordo com os cadastros aprovados e sob análise, restando à frente apenas da UG3.

Tabela 97 – vazões médias anuais cadastradas na UG5.

Usos Setoriais	Vazão (l/s)
Abastecimento Público	2,88
Aquicultura	-
Criação Animal	16,16
Industrial	-
Irrigação	3,79
Mineração	5,14
Outros Usos	1,05
Produção de Energia Termelétrica	-
Total Geral	29,01

A partir das informações cadastrais, observou-se que as maiores vazões destinam-se à criação animal, à mineração e à irrigação, com vazões médias anuais de 16,16 l/s, 5,14 l/s e 3,79 l/s. Ainda, sobre os usos setoriais cadastrados, tem-se a Tabela 98, com quantitativo, conforme status: aprovado, reprovado, e não avaliado.

Tabela 98 – quantitativo dos usos e situação cadastral.

Usos Setoriais	Aprovado	Não Avaliado	Reprovado
Abastecimento Público	1	1	-
Aquicultura	-	-	-
Criação Animal	7	15	-
Industrial	-	-	-
Irrigação	-	15	-
Mineração	-	2	-
Outros Usos	9	19	-
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-
Total Geral	17	52	-

Analisando-se a tabela, identifica-se que a quantidade de pontos aprovados (17) é menor que o de cadastros não avaliados (52), bem como, verifica-se que até o

presente, não houve nenhum registro reprovado, apresentando 100% de aprovação dentre os cadastros já avaliados.

Dentre os maiores usuários da UG, destacam-se a Adilson Eckel (11,42 l/s), com emprego na criação animal, a Arenorte Comércio e Extração de Areias (5,14 l/s), a qual utiliza para a mineração (uso não consuntivo) e Norton Ediniz Wibbelt (1,90 l/s), também para criação animal, sendo os dois primeiros usuários de águas subterrâneas, e o terceiro de águas superficiais.

4.3.3.1.5.1 Captação de água superficial versus captação de água subterrânea

Quanto aos cadastros de usuários de águas contidos na UG5, predominam aqueles cuja captação provém de fontes subterrâneas, em detrimento às fontes superficiais, conforme Figura 151.

Figura 151 – usos cadastrados de acordo com o tipo de captação na UG5.



As captações subterrâneas na UG5 totalizaram 43 cadastros, os quais contemplaram as tipologias de poços profundos, poços rasos e drenagem de mina subterrânea. Ao passo que, as captações superficiais somaram 26 cadastros, incluindo dados de nascentes, lagos naturais ou lagoas, rios ou cursos d'água e açudes.

O grande número de cadastros referentes ao uso de águas subterrâneas, está relacionado à instalação de poços profundos, utilizados pela atividade de criação animal (11) (Tabela 99).

Tabela 99 – quantitativo de cadastros de usuários de águas, em razão do uso setorial e tipo de captação.

Usos Setoriais	Tipos de Captação UG5						
	Água Subterrânea			Água Superficial			
	Poço profundo	Poço raso	Drenagem de mina subterrânea	Nascente	Lago natural ou lagoa	Rio ou curso d'água	Açude
Abastecimento Público	2	-	-	-	-	-	-
Aquicultura	-	-	-	-	-	-	-
Criação Animal	11	9	-	-	-	1	1
Industrial	-	-	-	-	-	-	-
Irrigação	2	1	-	-	-	1	11
Mineração	-	-	1	-	-	1	-
Outros Usos	8	9	-	2	2	7	-
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL DE CADASTROS	43			26			

Além disso, a criação animal também se sobressai quanto ao número de poços rasos, com 9 cadastros. Como a atividade tem características rurais, ocorre em maior número em regiões não atendidas pela rede distribuidora de abastecimento público, o que, conseqüentemente, culmina na criação de pontos de captação de águas, neste caso, via poços rasos e profundos.

No que se refere às vazões médias anuais, aquelas vinculadas ao uso de águas subterrâneas superam o de superficiais, isso acontece principalmente por causa das 18 captações ocorrentes para subsídio do setor de criação animal. O montante corresponde a 4,28 l/s de captação em fontes superficiais, e 24,73 l/s em captação por fontes subterrâneas, conforme Tabela 100.

Tabela 100 – vazões médias anuais (l/s) cadastradas na UG5, em razão do uso e tipo de captação.

Usos Setoriais	Tipos de Captação UG5						
	Água Subterrânea (l/s)			Água Superficial (l/s)			
	Poço profundo	Poço raso	Drenagem de mina subterrânea	Nascente	Lago natural ou lagoa	Rio ou curso d'água	Açude
Abastecimento Público	2,88	-	-	-	-	-	-
Aquicultura	-	-	-	-	-	-	-
Criação Animal	1,60	12,66	-	-	-	1,90	0,01
Industrial	-	-	-	-	-	-	-
Irrigação	0,20	1,90	-	-	-	0,01	1,67
Mineração	-	-	5,14	-	-	0,00	-
Outros Usos	0,25	0,10	-	0,01	0,41	0,28	-
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL DE VAZÃO	24,73			4,28			

Através dos dados, verifica-se que os maiores usuários de águas superficiais são as atividades de criação animal e irrigação, com 1,91 l/s e 1,68 l/s de vazão média anual, respectivamente. Da mesma forma, dentre as captações de águas subterrâneas, a criação animal lidera com demanda de uso de 14,26 l/s, seguida pela mineração, com 5,14 l/s.

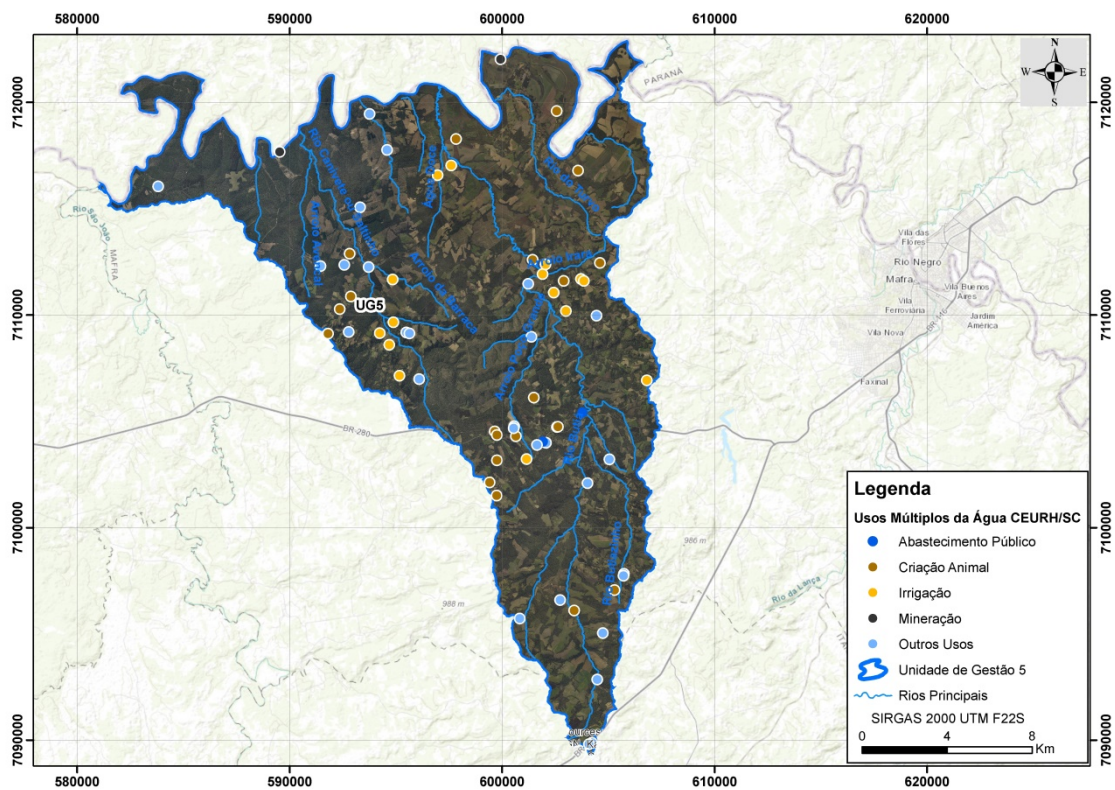
Portanto, diante dos expostos, conclui-se que a UG5 tem demanda hídrica predominantemente destinada à criação animal, no que se refere à vazão utilizada, e aos outros usos, no que diz respeito à quantidade de pontos de captação, bem como, dentre as UGs integrantes da bacia hidrográfica, a UG5 é aquela que apresenta maior demanda de uso, destinada à atividade de mineração.

4.3.3.1.5.2 Distribuição espacial dos usuários de água cadastrados

As unidades usuárias de água cadastradas no sistema dentro da UG5, distribuem-se em três principais núcleos, centralizados no território da bacia hidrográfica: um nordeste, outro noroeste e um centro-sul. Os dois pontos de captação de água para a

mineração encontram-se no limite norte da UG5, enquanto os outros usos estão distribuídos ao longo do território da UG. Já a irrigação, concentra-se na região central, e os cadastros destinados à captação de água para o abastecimento público, situam-se no núcleo centro-sul (Figura 152).

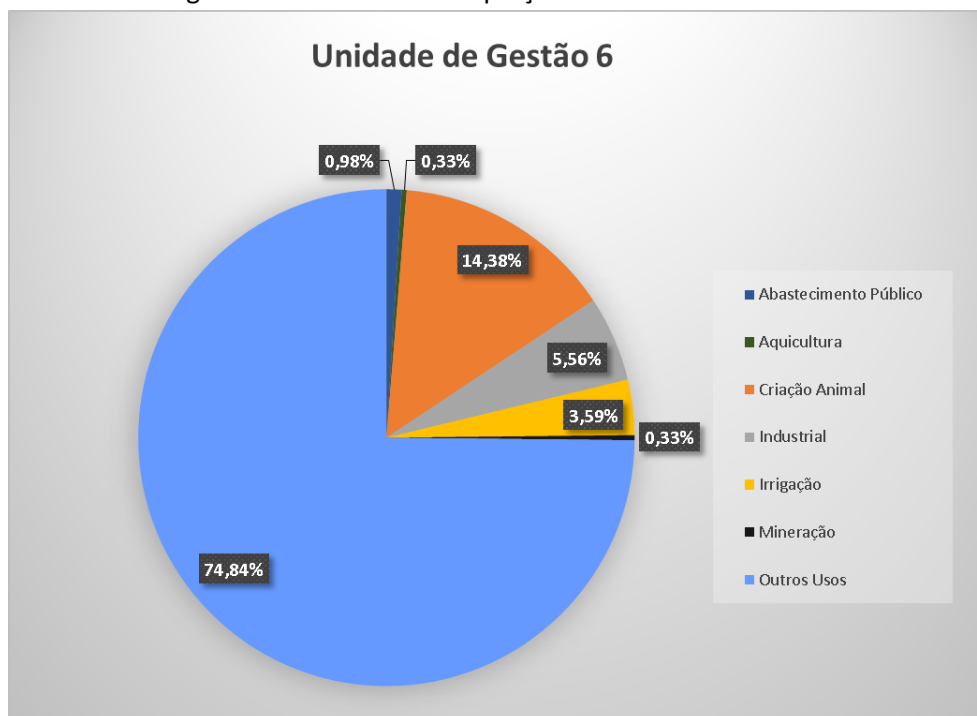
Figura 152 – usuários de água cadastrados, espacializados sobre a UG5.



4.3.3.1.6 UG6

Acerca das atividades predominantes, na área de abrangência da UG6, os outros usos destacaram-se como os mais ocorrentes, seguidos pela criação animal, e uso industrial, conforme Figura 153.

Figura 153 – número de captações cadastradas na UG6.



Fonte: CEURH, 2018. Referência Cadastral: 23/11/2018.

A dominância dos outros usos repete o cenário encontrado em outras UGs, configurando usos variados para os recursos hídricos, que não se encaixam nos setores pré-definidos pela SDS.

Do total cadastrado, apenas uma unidade corresponde a uso não consuntivo, já que capta água para utilização na mineração, podendo haver interferência na qualidade da água, enquanto os 305 restantes, representam usos consuntivos, quando tende a haver interferência na disponibilidade hídrica, no que se refere à quantidade.

Contrariamente ao número de cadastros, onde o setor com maior número é o de outros usos, a criação animal é que desponta quando o tema é vazão média anual, com registro de 114,43 l/s. Os outros usos ocupam somente a quarta posição, com 75,86 l/s, enquanto o abastecimento público responde por 103,97 l/s, e o uso industrial por 78,06 l/s.

O total geral de vazão média anual na UG6 corresponde a 375,73 l/s, segregada pelos usos setoriais, conforme Tabela 101.

Tabela 101 – vazões médias anuais cadastradas na UG6.

Usos Setoriais	Vazão (l/s)
Abastecimento Público	103,97
Aquicultura	1,10
Criação Animal	114,43
Industrial	78,06
Irrigação	1,49
Mineração	0,46
Outros Usos	75,86
Produção de Energia Termelétrica	-
Total Geral	375,73

Ainda, sobre os usos setoriais cadastrados, tem-se a Tabela 102, com quantitativo, conforme status: aprovado, reprovado, e não avaliado.

Tabela 102 – quantitativo dos usos e situação cadastral.

Usos Setoriais	Aprovado	Não Avaliado	Reprovado
Abastecimento Público	-	3	-
Aquicultura	-	1	-
Criação Animal	6	38	-
Industrial	4	13	-
Irrigação	1	10	-
Mineração	-	1	-
Outros Usos	13	216	-
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-
Total Geral	24	282	-

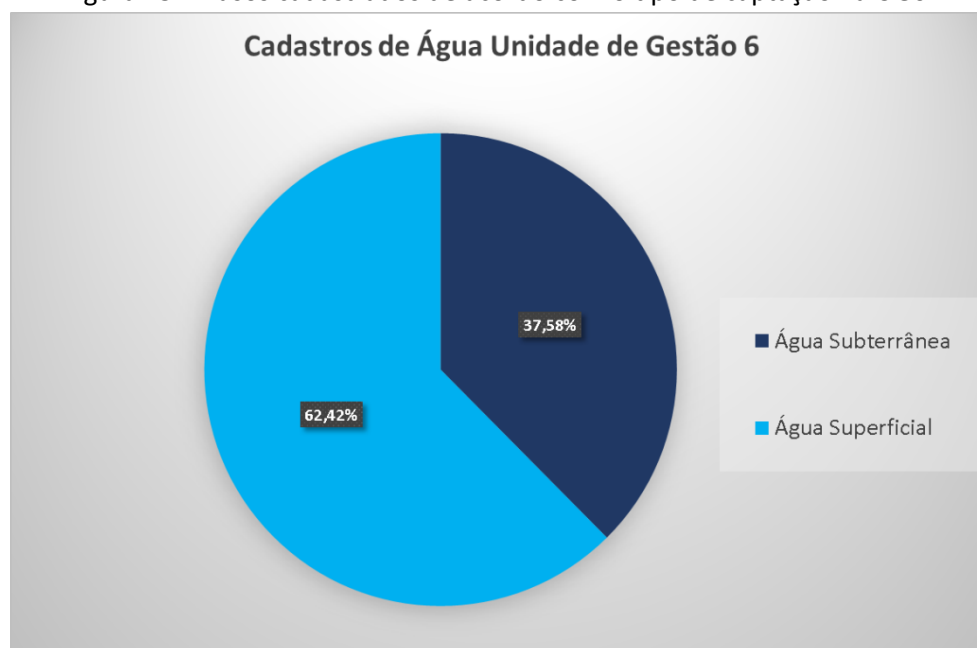
De acordo com a tabela, evidencia-se que a quantidade de pontos aprovados (24) é bastante inferior ao de cadastros não avaliados (281), bem como, não houve ocorrência de reprovação em relação aos analisados.

Dentre os maiores usuários da UG, destacam-se a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN – 89,01 l/s), destinada ao abastecimento público, a Master Agroindustrial Ltda. (69,04 l/s), com utilização industrial, e Josué Elias Rodrigues (38,05 l/s), para a criação animal, sendo as duas primeiras usuárias de águas superficiais, e o terceiro de águas subterrâneas.

4.3.3.1.6.1 Captação de água superficial versus captação de água subterrânea

Dentre os cadastros de usuários de águas contidos na UG6, predominam aqueles cuja captação provém de fontes superficiais, em detrimento às fontes subterrâneas, conforme Figura 154.

Figura 154 – usos cadastrados de acordo com o tipo de captação na UG6.



Apesar da superioridade, os valores apresentados não são tão díspares, com as captações subterrâneas na UG6 totalizando 115 cadastros, os quais contemplaram as tipologias de poços profundos (71) e poços rasos (44). Ao passo que, as captações superficiais somaram 191 cadastros, incluindo dados de nascentes, lagos naturais ou lagoas, rios ou cursos d'água e açudes.

O maior número de cadastros referentes ao uso de águas subterrâneas, está relacionado à instalação de poços profundos, utilizados pelo setor de outros usos (41) (Tabela 103).

A atividade também é destaque quanto ao número de captações em poços rasos, com 28 cadastros, e em nascentes, com 147 cadastros.

Tabela 103 – quantitativo de cadastros de usuários de águas, em razão do uso setorial e tipo de captação.

Usos Setoriais	Tipos de Captação UG6					
	Água Subterrânea		Água Superficial			
	Poço profundo	Poço raso	Nascente	Lago natural ou lagoa	Rio ou curso d'água	Açude
Abastecimento Público	1	-	-	-	2	-
Aquicultura	-	-	1	-	-	-
Criação Animal	14	16	4	4	5	1
Industrial	14	-	-	-	3	-
Irrigação	1	-	-	-	-	10
Mineração	-	-	-	-	1	-
Outros Usos	41	28	147	-	12	1
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-	-	-	-
TOTAL DE CADASTROS	115		191			

No que tange às vazões médias anuais, aquelas vinculadas ao uso de águas superficiais superam em três vezes a de subterrâneas, isso decorre do fato de a captação superficial contemplar os dois cadastros de maior vazão máxima da UG6, responsáveis pelo abastecimento público e uso industrial. O montante correspondente à água superficial é de 283,32 l/s, e 92,05 l/s em captação por fontes subterrâneas, conforme

Tabela 104.

Tabela 104 – vazões médias anuais (l/s) cadastradas na UG6, em razão do uso e tipo de captação.

Usos Setoriais	Tipos de Captação UG6					
	Água Subterrânea (l/s)		Água Superficial (l/s)			
	Poço profundo	Poço raso	Nascente	Lago natural ou lagoa	Rio ou curso d'água	Açude
Abastecimento Público	0,49	-	-	-	103,48	-
Aquicultura	-	-	1,10	-	-	-
Criação Animal	45,18	13,41	7,67	0,22	25,12	22,83
Industrial	2,53	-	-	-	75,54	-
Irrigação	0,12	-	-	-	-	1,38
Mineração	-	-	-	-	0,46	-
Outros Usos	2,41	27,90	39,62	-	0,21	5,71
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-	-	-	-
TOTAL DE VAZÃO	92,05		283,32			

Com base nos dados, identifica-se que os maiores usuários de águas superficiais são as atividades de abastecimento público e uso industrial, com 103,48 l/s e 75,54 l/s de vazão média anual, respectivamente. Diferentemente do cenário de uso encontrado para as águas subterrâneas, no qual a criação animal lidera com demanda de uso de 58,59 l/s, seguida pelos outros usos, com 30,31 l/s.

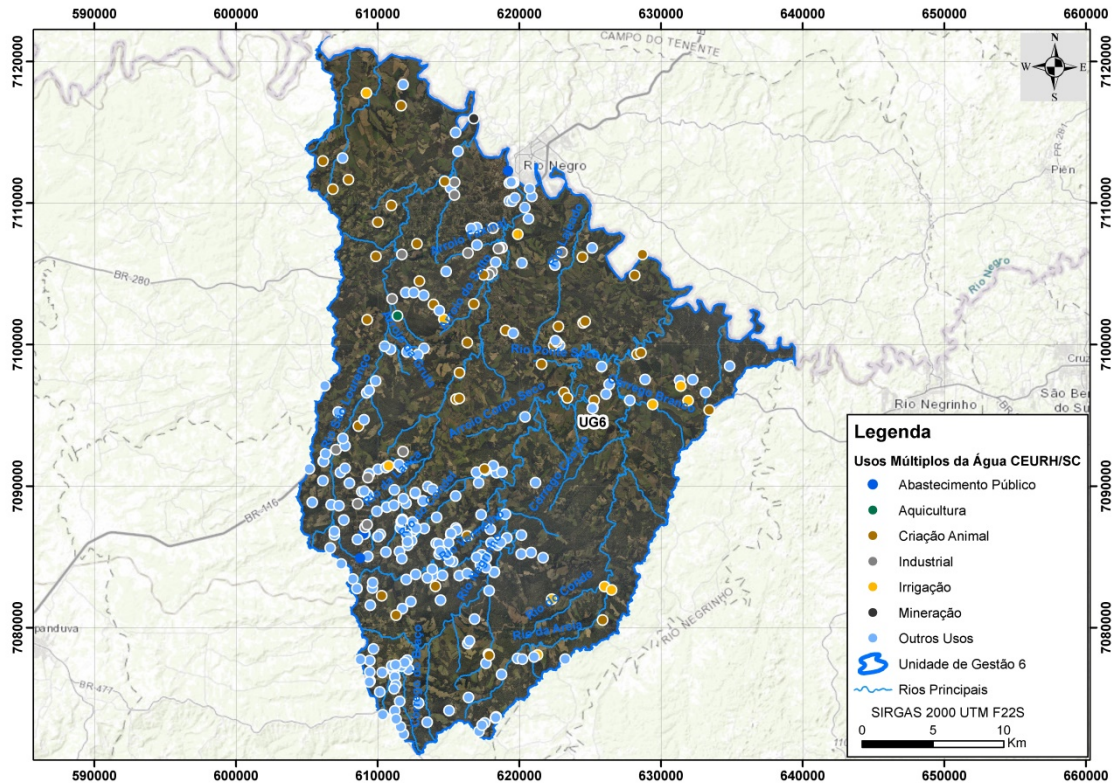
Portanto, diante dos expostos, conclui-se que a UG6 tem demanda hídrica predominantemente destinada ao abastecimento público, no que se refere à vazão utilizada, e aos outros usos, no que diz respeito à quantidade de pontos de captação, tanto superficial como subterrânea.

4.3.3.1.6.2 Distribuição espacial dos usuários de água cadastrados

As unidades usuárias de água cadastradas no sistema dentro da UG6, conforme distribuição espacial, cobrem toda a extensão territorial, com menor concentração na região leste. Os outros usos, setor predominante em número de cadastros, encontram-se principalmente na região sudeste da UG, enquanto a criação animal concentra-se na parte central e norte. Os pontos de captação para o abastecimento público, dos quais provém a maior demanda hídrica registrada da bacia hidrográfica, situam-se na porção

sudoeste da UG6. Por outro lado, os usos não consuntivos, dos setores de mineração e aquicultura, encontram-se no limite norte e região centro-norte, respectivamente (Figura 155).

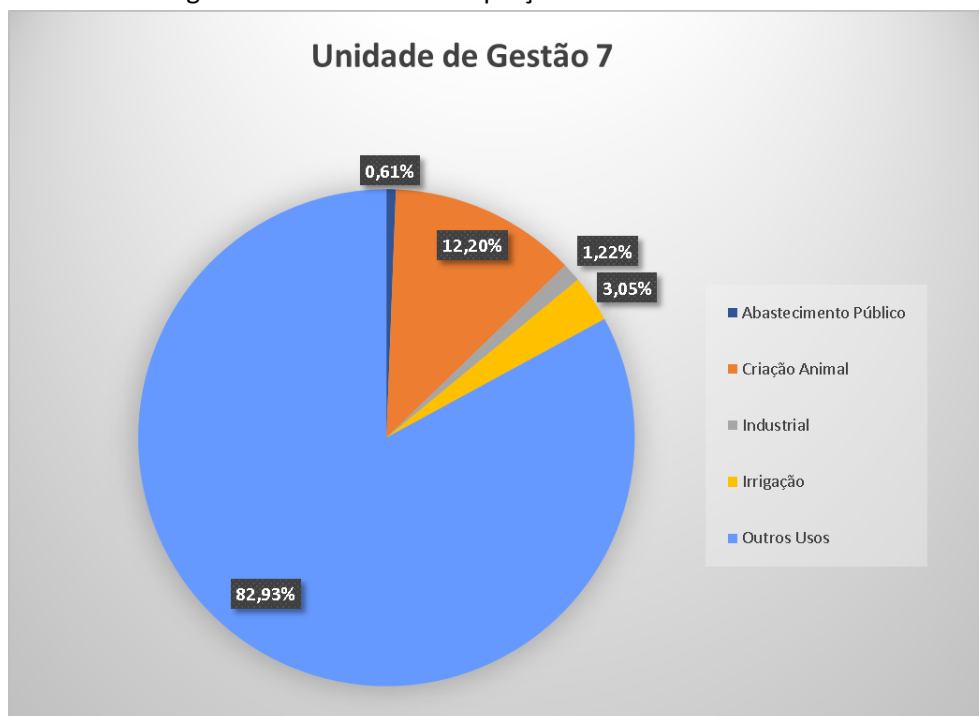
Figura 155 – Usuários de água cadastrados, espacializados sobre a UG6.



4.3.3.1.7 UG7

Em relação às atividades predominantes, na área de abrangência da UG7, as maiores em número de cadastros foram aquelas cadastradas como outros usos, seguidas pela criação animal, e irrigação, conforme Figura 156.

Figura 156 – número de captações cadastradas na UG7.



Fonte: CEURH, 2018. Referência Cadastral: 23/11/2018.

Como já explicitado por outras UGs, a dominância de cadastros classificados como outros usos se repete em diversos cenários, uma vez que tal classificação é responsável por abranger conjunto variado de atividades, e não apenas um único setor de uso.

Em análise aos usos cadastrados na UG7, observa-se que a totalidade corresponde aos consuntivos, cujos são os usos com potencial de interferência na disponibilidade da demanda hídrica, no que se refere à quantidade.

Ao tratar sobre as demandas hídricas, considerando os cadastros aprovados, e aqueles que aguardam análise, os outros usos também foram destaque, com vazão média anual de captação de 222,52 l/s. Já entre os seguintes, houve inversão do segundo

e terceiro setor, em comparação ao que apresentou maior número de cadastros, com a irrigação a frente da criação animal, com vazão de 123,10 l/s, contra 71,62 l/s.

Adiciona-se que a vazão de uso para abastecimento público, mostrou-se irrisória nesta UG (3,23 l/s).

O total geral de vazão média anual na UG7 corresponde a 437,77 l/s, segregada pelos usos setoriais, conforme Tabela 105.

Tabela 105 – vazões médias anuais cadastradas na UG7.

Usos Setoriais	Vazão (l/s)
Abastecimento Público	3,23
Aquicultura	-
Criação Animal	71,62
Industrial	17,30
Irrigação	123,10
Mineração	-
Outros Usos	222,52
Produção de Energia Termelétrica	-
Total Geral	437,77

Ainda, sobre os usos setoriais cadastrados, tem-se a Tabela 106, com quantitativo, conforme status: aprovado, reprovado, e não avaliado.

Tabela 106 – quantitativo dos usos e situação cadastral.

Usos Setoriais	Aprovado	Não Avaliado	Reprovado
Abastecimento Público	-	1	-
Aquicultura	-	-	-
Criação Animal	2	18	-
Industrial	-	2	-
Irrigação	-	5	-
Mineração	-	-	-
Outros Usos	6	130	-
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-
Total Geral	8	156	-

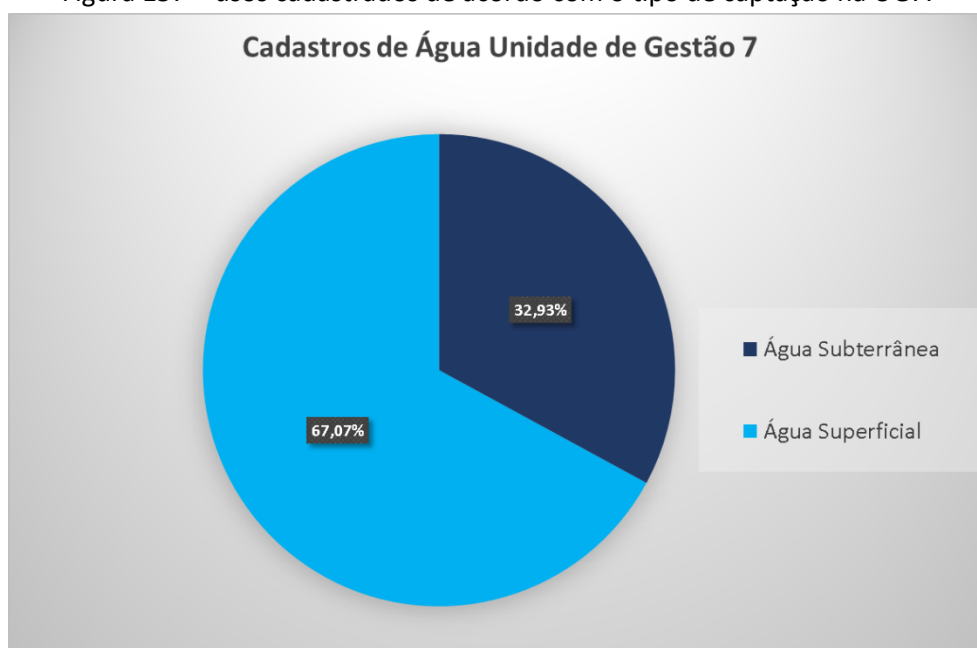
Em observação à tabela, identifica-se que a quantidade de pontos aprovados (8) é quase vinte vezes menor do que a de cadastros não avaliados (156), bem como, verifica-se que, até o momento, não houve cadastros reprovados na UG7.

Dentre os maiores usuários da UG, destacam-se a Arauco Forest Brasil S.A., na primeira e terceira colocação (152,53 l/s e 58,81), do setor de outros usos, e Edson Klipstein (114,16 l/s), da irrigação, sendo ambos os usuários de águas superficiais, a primeira de rios ou cursos d'águas, e o segundo de lagos naturais ou lagoas.

4.3.3.1.7.1 Captação de água superficial versus captação de água subterrânea

Dentre os cadastros de usuários de águas contidos na UG7, predominam aqueles cuja captação provém de fontes superficiais, em detrimento às fontes subterrâneas, conforme Figura 157.

Figura 157 – usos cadastrados de acordo com o tipo de captação na UG7.



As captações subterrâneas na UG7 totalizaram 54 cadastros, as quais contemplaram as tipologias de poços profundos e poços rasos. Do contrário, as captações superficiais somaram praticamente o dobro, com 110 cadastros, incluindo dados de nascentes, lagos naturais ou lagoas, rios ou cursos d'água, açudes, e barragens de nível ou de acumulação.

O setor de outros usos destacou-se radicalmente dos demais, em relação ao número de poços profundos e rasos, e de captações em nascentes e rios ou cursos d'água (Tabela 107). Já a criação animal, apesar de ser a segunda maior em número de cadastros, apresentou valores bastante inferiores ao predominante, com ressalva para os poços profundos e rasos, característicos à atividade, com 7 e 5 cadastros.

Tabela 107 – quantitativo de cadastros de usuários de águas, em razão do uso setorial e tipo de captação.

Usos Setoriais	Tipos de Captação UG7						
	Água Subterrânea		Água Superficial				
	Poço profundo	Poço raso	Nascente	Lago natural ou lagoa	Rio ou curso d'água	Açude	Barragem de nível ou de acumulação
Abastecimento Público	-	-	-	-	1	-	-
Aquicultura	-	-	-	-	-	-	-
Criação Animal	7	5	6	2	-	-	-
Industrial	1	-	-	-	-	-	1
Irrigação	-	-	1	1	1	2	-
Mineração	-	-	-	-	-	-	-
Outros Usos	15	26	90	-	5	-	-
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL DE CADASTROS	54		110				

No que tange às vazões médias anuais, aquelas vinculadas ao uso de águas superficiais superam quase sete vezes a de águas subterrâneas, isso decorre do fato de a captação superficial contemplar os dois cadastros de vazão máxima da UG7. O montante corresponde a 381,45 l/s de captação em fontes superficiais, e 56,32 l/s em captação por fontes subterrâneas, conforme

Tabela 108.

Tabela 108 – vazões médias anuais (l/s) cadastradas na UG7, em razão do uso e tipo de captação.

Usos Setoriais	Tipos de Captação UG7						
	Água Subterrânea (l/s)		Água Superficial (l/s)				
	Poço profundo	Poço raso	Nascente	Lago natural ou lagoa	Rio ou curso d'água	Açude	Barragem de nível ou de acumulação
Abastecimento Público	-	-	-	-	3,23	-	-
Aquicultura	-	-	-	-	-	-	-
Criação Animal	53,93	1,15	16,48	0,06	-	-	-
Industrial	0,04	-	-	-	-	-	17,26
Irrigação	-	-	0,02	114,15	8,75	0,17	-
Mineração	-	-	-	-	-	-	-
Outros Usos	0,59	0,61	9,96	-	211,35	-	-
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL DE VAZÃO	56,32		381,45				

De acordo com os dados submetidos ao cadastro, identifica-se que os maiores usuários de águas superficiais são os setores de outros usos e irrigação, com 221,31 l/s e 123,09 l/s de vazão média anual, respectivamente. Já dentre as captações de águas subterrâneas, a criação animal lidera com demanda de uso de 55,08 l/s, seguida pelos outros usos, com 1,20 l/s.

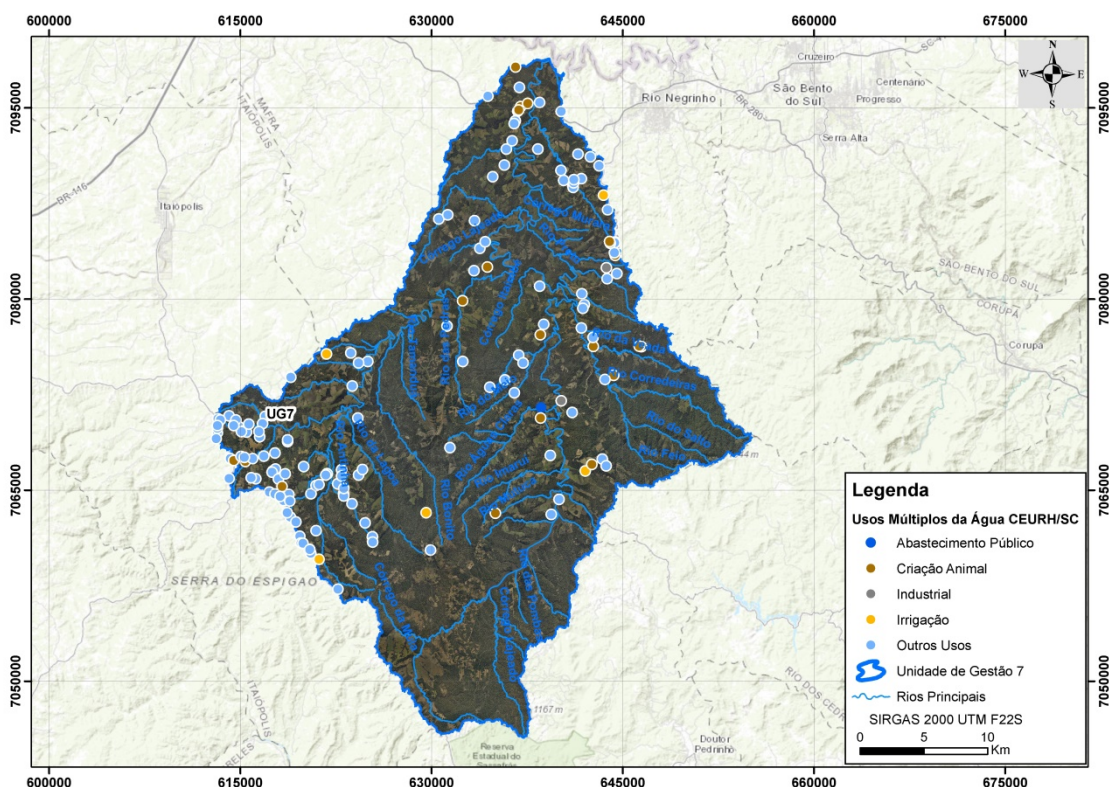
Portanto, diante dos expostos, conclui-se que a UG7 tem demanda hídrica predominantemente destinada aos outros usos, no que se refere à vazão utilizada, e também no que diz respeito à quantidade de pontos de captação, tanto superficial como subterrânea.

4.3.3.1.7.2 Distribuição espacial dos usuários de água cadastrados

Os cadastros de usuários de água registrados no sistema dentro da UG7, distribuem-se ao longo da área, com exceção da porção sul, a qual é desprovida de

qualquer cadastro. A classe outros usos destacou-se com aglutinação de pontos de captação principalmente no limite oeste da UG, enquanto o setor industrial manifesta-se na região centro-leste. Já a criação animal, dispos-se principalmente na região central e norte da UG, e o abastecimento público na porção central da UG7 (Figura 158).

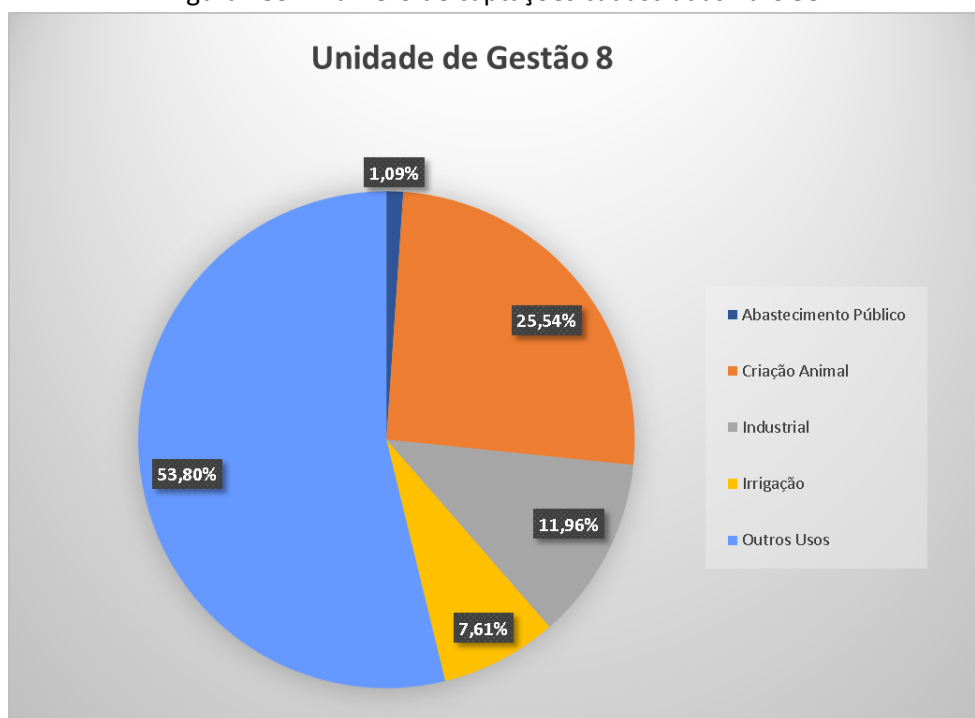
Figura 158 – usuários de água cadastrados, especializados sobre a UG7.



4.3.3.1.8 UG8

No que tange às atividades predominantes, na área de abrangência da UG8, ressaltaram-se os outros usos, com 53,80%, seguidos pela criação animal, e o uso industrial, conforme Figura 159.

Figura 159 – número de captações cadastradas na UG8.



Fonte: CEURH, 2018. Referência Cadastral: 23/11/2018.

Ou seja, observa-se que a UG8 dispõe de matriz variada de usos de água, se comparada às demais unidades de gestão, nas quais o predomínio dos outros usos foi bastante superior, quando relacionado aos demais setores usuários. Bem como, adiciona-se que a criação animal apresentou valor expressivo, de 25,54%, e o uso industrial de 11,96%, números que representam o maior índice de uso encontrado para o setor industrial, dentre as UGs, e um dos maiores para a criação animal, atrás apenas da UG1 (65,12%) e UG5 (31,88%).

Destaca-se que 100% dos usos cadastrados no sistema na área da UG8, classificam-se como consuntivos, ou seja, nos quais a demanda hídrica pode sofrer interferência quantitativa.

Contudo, com base na quantidade de cadastros aprovados e sob análise, avalia-se que apesar de o maior número corresponder ao setor de outros usos, este ocupa apenas a terceira colocação, no que diz respeito às vazões médias anuais na UG8, com uso de 142,64 l/s, cujo ranking é liderado pelo setor agrícola, através da irrigação, com uso de 4.110,25 l/s.

O total geral de vazão média anual na UG8 é o maior dentre as UGs encontrado na bacia hidrográfica, correspondente a 4.347,00 l/s, segregada pelos usos setoriais, conforme Tabela 109.

Tabela 109 – vazões médias anuais cadastradas na UG8.

Usos Setoriais	Vazão (l/s)
Abastecimento Público	86,00
Aquicultura	-
Criação Animal	2,42
Industrial	5,70
Irrigação	4.110,25
Mineração	-
Outros Usos	142,64
Produção de Energia Termelétrica	-
Total Geral	4.347,00

Diante dos dados coletados, observou-se que os maiores usos destinam-se à irrigação, ao abastecimento público, e aos outros usos, com vazões médias anuais de 4.110,25 l/s, 142,64 l/s e 86,00 l/s. Ainda, sobre os usos setoriais cadastrados, tem-se a Tabela 110, com quantitativo, conforme status: aprovado, reprovado, e não avaliado.

Tabela 110 – quantitativo dos usos e situação cadastral.

Usos Setoriais	Aprovado	Não Avaliado	Reprovado
Abastecimento Público	-	2	-
Aquicultura	-	-	-
Criação Animal	2	45	-
Industrial	4	18	1
Irrigação	-	14	-
Mineração	-	-	-
Outros Usos	2	97	-
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-
Total Geral	8	176	1

Identifica-se que a quantidade de pontos aprovados (8) é 22 vezes inferior ao de cadastros não avaliados (176), bem como, verifica-se que houve apenas uma reprovação, referente a cadastro de uso industrial.

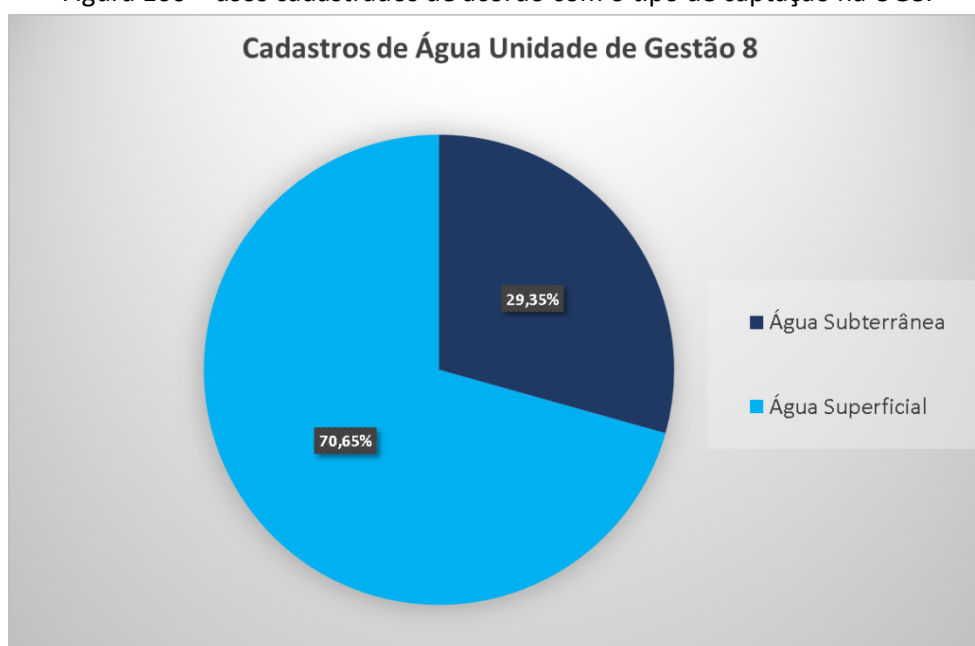
Dentre os maiores usuários da UG, destacam-se Gerson Ehmke (4.109,59 l/s), para irrigação, a Arauco Forest Brasil S.A. (139,09 l/s), como outros usos, e o Serviço

Autônomo Municipal de Saneamento e Esgoto (SAMA E – 83,71 l/s), voltada ao setor de abastecimento público, sendo todos usuários de águas superficiais.

4.3.3.1.8.1 Captação de água superficial versus captação de água subterrânea

Entre os cadastros de usuários de águas contidos na UG8, predominam aqueles cuja captação provém de fontes superficiais (70,65), em detrimento às fontes subterrâneas (29,35%), conforme Figura 160.

Figura 160 – usos cadastrados de acordo com o tipo de captação na UG8.



As captações subterrâneas na UG8 totalizaram 54 cadastros, os quais contemplaram as tipologias de poços profundos e poços rasos. Ao passo que, as captações superficiais compuseram 130 cadastros, incluindo dados de nascentes, lagos naturais ou lagoas, rios ou cursos d'água e açudes.

As captações de águas subterrâneas foram maiores na classe de outros usos e pela indústria, com destaque para o número de poços profundos, superior ao de poços rasos (Tabela 111).

Tabela 111 – quantitativo de cadastros de usuários de águas, em razão do uso setorial e tipo de captação.

Usos Setoriais	Tipos de Captação UG8					
	Água Subterrânea		Água Superficial			
	Poço profundo	Poço raso	Nascente	Lago natural ou lagoa	Rio ou curso d'água	Açude
Abastecimento Público	-	-	1	-	1	-
Aquicultura	-	-	-	-	-	-
Criação Animal	5	2	9	2	16	13
Industrial	14	5	1	-	2	-
Irrigação	-	-	2	-	6	6
Mineração	-	-	-	-	-	-
Outros Usos	18	10	17	3	29	22
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-	-	-	-
TOTAL DE CADASTROS	54		130			

No que tange às vazões médias anuais, aquelas vinculadas ao uso de águas superficiais superam expressivamente a de subterrâneas, isso decorre do fato de a captação superficial contemplar os cadastros de maiores vazões da UG8. O montante corresponde a 4.338,14 l/s de captação em fontes superficiais, e 8,86 l/s em captação por fontes subterrâneas, conforme

Tabela 112.

Tabela 112 – vazões médias anuais (l/s) cadastradas na UG8, em razão do uso e tipo de captação.

Usos Setoriais	Tipos de Captação UG8					
	Água Subterrânea (l/s)		Água Superficial (l/s)			
	Poço profundo	Poço raso	Nascente	Lago natural ou lagoa	Rio ou curso d'água	Açude
Abastecimento Público	-	-	2,28	-	83,71	-
Aquicultura	-	-	-	-	-	-
Criação Animal	0,61	0,13	0,80	0,38	0,40	0,10
Industrial	4,53	0,98	0,09	-	0,10	-
Irrigação	-	-	0,01	-	4.109,85	0,39
Mineração	-	-	-	-	-	-
Outros Usos	2,53	0,08	0,03	0,38	139,14	0,48
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-	-	-	-
TOTAL DE VAZÃO	8,86		4.338,14			

Com base nos dados, identifica-se que os maiores usuários de águas superficiais são as atividades de irrigação e outros usos, com 4.110,25 l/s e 140,03 l/s de vazão média anual, respectivamente. Já dentre as captações de águas subterrâneas, o uso industrial lidera com demanda hídrica de 5,51 l/s, seguida pelos outros usos, com 2,61 l/s.

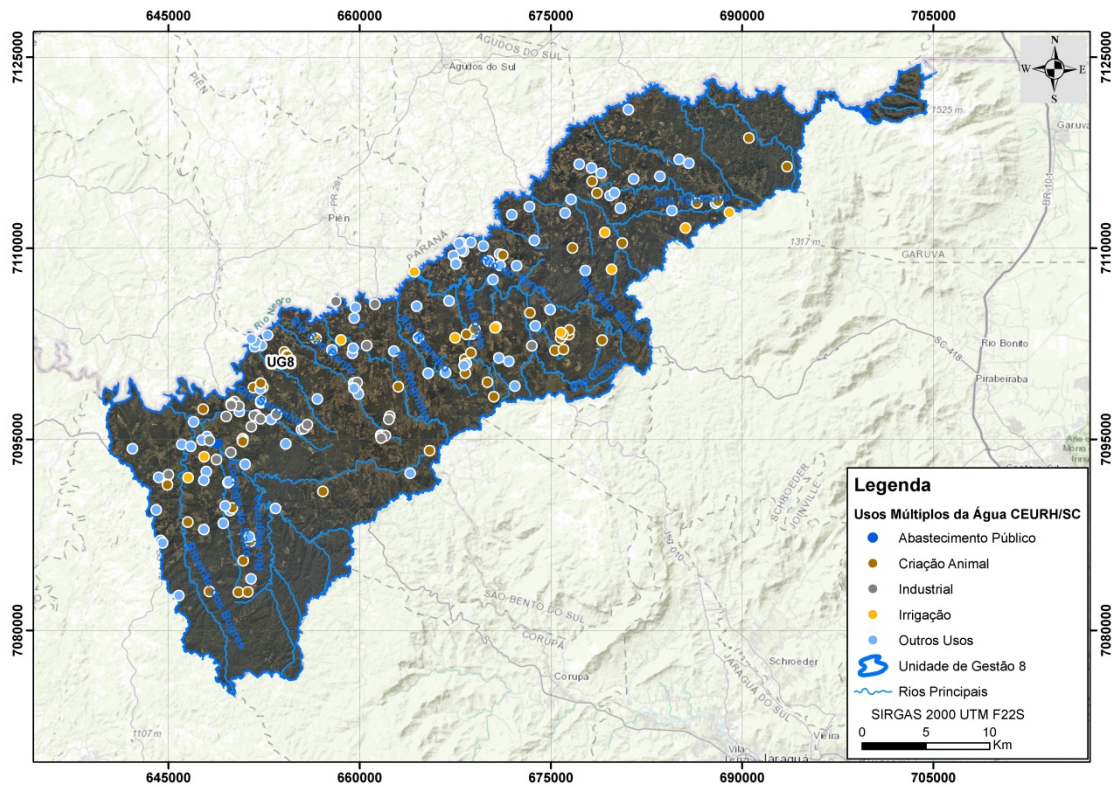
Portanto, diante dos expostos, conclui-se que a UG8 tem demanda hídrica predominantemente destinada à irrigação, no que se refere à vazão utilizada, e aos outros usos, no que diz respeito à quantidade de pontos de captação, tanto superficial como subterrânea.

4.3.3.1.8.2 Distribuição espacial dos usuários de água cadastrados

As unidades usuárias de água cadastradas no sistema dentro da UG8, estão distribuídas ao longo da extensão territorial, tanto para os outros usos, setor predominante em número de cadastros (99), como para a irrigação, que lidera na vazão média anual demandada (4.110,25 l/s), e a criação animal. Por sua vez, o uso industrial concentrou-se na região central, e principalmente na porção sul. Os pontos destinados à captação para o abastecimento público, situam-se na porção sudoeste e nordeste da

UG, e o local de maior captação de água da bacia hidrográfica, destinado à irrigação, encontra-se na porção sudoeste da UG (Figura 161).

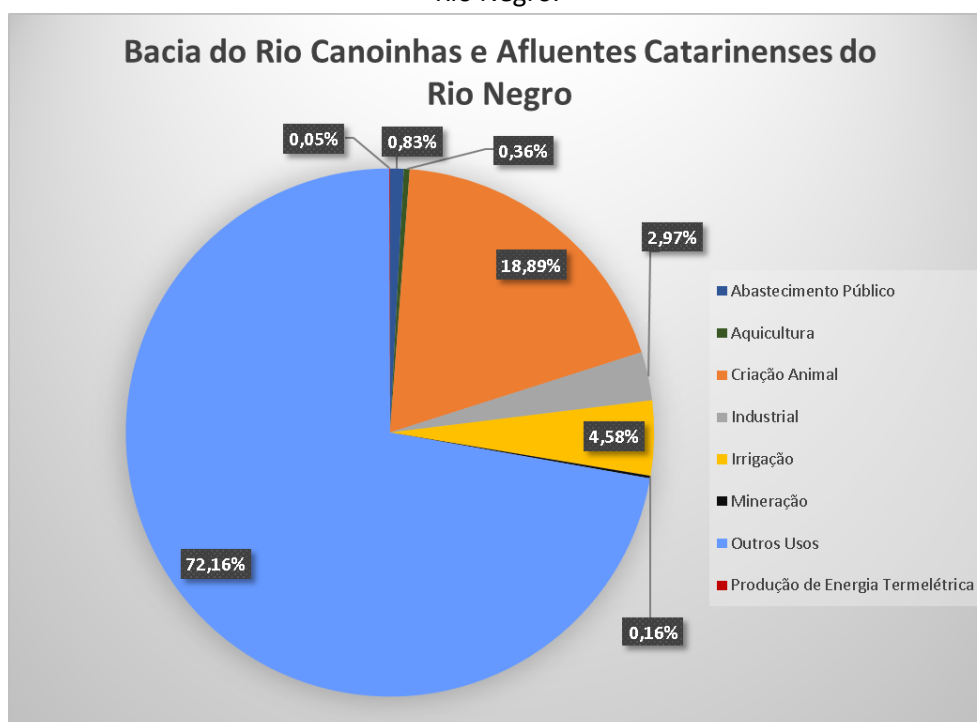
Figura 161 – usuários de água cadastrados, especializados sobre a UG8.



4.3.3.1.9 Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro

De forma global, a bacia hidrográfica do estudo é utilizada por todas as categorias de usos setoriais definidas pelo sistema, com predominância do consumo advindo da classe de outros usos, que corresponde a 72,16% das demandas hídricas de toda a bacia, conforme unidades com cadastro aprovado e submetido. A Figura 162 ilustra o panorama de usos setoriais da Bacia do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro.

Figura 162 – usos setoriais cadastrados da Bacia do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro.



Fonte: CEURH, 2018. Referência Cadastral: 23/11/2018.

Não obstante, a criação animal apresentou o segundo maior índice, com 18,89% dos cadastros, tendo a irrigação registrado o terceiro, com apenas 4,58% do total de cadastros.

A bacia hidrográfica contemplou cadastros de usuários em todos os setores de uso classificados pela SDS, com ampla dominância dos usos consuntivos, sobre os não consuntivos, o primeiro contemplando 99,43% dos cadastros e o último 0,57%, ou seja, quase a totalidade dos usuários, empregam a água captada em atividades com potencial de interferência na disponibilidade hídrica, no que tange à quantidade.

Já as vazões médias anuais cadastradas, foram representadas pela Tabela 113, com base nos dados de cadastros aprovados e não avaliados, destacando-se a vazão demandada pela irrigação, com captação de 4.300,39 l/s, a qual, apesar de não ter sobressaído como número maior de unidades cadastradas, demanda maior vazão quando utilizada para esta finalidade, seguida pelos outros usos e o abastecimento público, com vazões de 622,72 l/s e 353,91 l/s, respectivamente.

Ou seja, o abastecimento público, mesmo totalizando somente 16 pontos de captação cadastrados, o que lhe conferiu apenas a quinta posição de maior número de cadastros, é o terceiro em vazão, uma vez que as captações são volumosas, a fim de garantir o fornecimento de água à população.

O total geral de vazão média anual da bacia hidrográfica é de 5.862,32 l/s, segregada pelos usos setoriais, conforme Tabela 113.

Tabela 113 – vazões médias anuais captações cadastradas na Bacia do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro (aprovadas e não avaliadas).

Usos Setoriais	UG1	UG2	UG3	UG4	UG5	UG6	UG7	UG8	Total Geral
Abastecimento Público	84,02	23,10	16,49	34,22	2,88	103,97	3,23	86,00	353,91
Aquicultura	-	6,41	-	0,02	-	1,10	-	-	7,52
Criação Animal	6,95	44,60	0,15	35,56	16,16	114,43	71,62	2,42	291,89
Industrial	8,23	163,94	0,33	0,77		78,06	17,30	5,70	274,33
Irrigação	0,23	6,96	1,63	52,94	3,79	1,49	123,10	4.110,25	4.300,39
Mineração	-	-	-	-	5,14	0,46	-	-	5,59
Outros Usos	0,08	106,16	2,62	71,79	1,05	75,86	222,52	142,64	622,72
Produção de Energia Termelétrica	-	5,97	-	-	-	-	-	-	5,97
Total Geral	99,50	357,14	21,21	195,31	29,01	375,37	437,77	4.347,00	5.862,32

A análise do quantitativo considerando toda a área de abrangência da bacia, permite compreender a dimensão de cada uso, bem como a identificação daqueles predominantes, conforme a localização geográfica, muitas vezes mais favorável ao desenvolvimento de algumas atividades, frente a outras, como também, tais dados sugerem projeções futuras, e antecipação de conflitos fadados à ocorrência. A obtenção prévia de tais informações, é imprescindível para uma gestão hídrica de qualidade, a fim de prevenir eventos extremos, de inundações a estiagens. Apenas dessa forma, é possível gerir autorizações futuras, com segurança e responsabilidade.

Por exemplo, tendo por base os dados apresentados na Figura 162, conclui-se que as atividades tipicamente rurais, representadas na classificação setorial pela aquicultura, criação animal e irrigação, somaram 23,83% dos usos cadastrados. Contudo, em termos de vazão média anual, a utilização apenas por esses três setores,

corresponde à 4.599,80 l/s. Por isso as informações cadastradas devem ser avaliadas por aspectos diversos, e correlacionadas, a fim de que se obtenha maior compreensão sobre a vocação da bacia, e seus usos predominantes.

Ainda, sobre os usos setoriais cadastrados, tem-se a Tabela 114, com os dados quantitativos de densidade de cada UG, e conforme status: aprovado, reprovado, não avaliado, validado (não avaliados + aprovados).

Tabela 114 – cadastros de usuários de captação de água da Bacia do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, por Unidades de Gestão, e conforme parecer.

UPG 5.2	TOTAL DE CADASTROS	APROVADOS	NÃO AVALIADOS	VALIDADOS	REPROVADOS	DENSIDADE (cad/km ²)
UG1	47	2	41	43	4	0,26
UG2	721	14	591	605	116	0,42
UG3	40	16	22	38	2	0,24
UG4	515	19	494	513	2	0,58
UG5	69	17	52	69	0	0,19
UG6	306	24	282	306	0	0,32
UG7	164	8	156	164	0	0,16
UG8	185	8	176	184	1	0,20
TOTAL	2.047	108	1.814	1.922	125	0,32

Quanto às Unidades de Gestão, a que apresenta maior número de cadastros validados é a UG2, com total de 605 cadastros. Contudo, considerando a relação do tamanho da UG, em km², com o número de cadastros validados da área, evidencia-se que a UG4 possui maior densidade de cadastros, configurando como a área com maior disponibilidade de dados por km², com 0,58 cad/km². Do contrário, a UG7 é a área com menor número de cadastros por km² (0,16 cad/km²), acompanhada também da UG5 (0,19 cad/km²) e UG8 (0,20 cad/km²). A área com maior número de cadastros registrados, UG2, também é aquela com maior número de unidades reprovadas, inclusive em proporção, atingindo 116 reprovações.

Tecendo-se a mesma relação, considerando apenas os dados avaliados e aprovados, tem-se que a UG6 é a área com maior número de cadastros aprovados (24), ao passo que, a UG3 é a região com maior número de cadastros aprovados por km² (0,10

cad/km²) restando deficitárias principalmente as áreas UG7, UG8, UG2 e UG1, respectivamente (0,008 cad/km², 0,009 cad/km², 0,010 cad/km², 0,012 cad/km²).

Sobre os cadastros submetidos, descritos na Tabela 115, identifica-se a pendência de um volume de 1.814 unidades aguardando avaliação. Para melhor diagnóstico, observa-se a Tabela 114.

Tabela 115 – cadastros de usuários de água da Bacia do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, por setor, e conforme parecer.

SETOR	TOTAL DE CADASTROS	APROVADOS	NÃO AVALIADOS	REPROVADOS
Abastecimento Público	16	4	12	-
Aquicultura	8	-	7	1
Criação Animal	371	24	339	8
Industrial	61	10	47	4
Irrigação	95	5	83	7
Mineração	3	-	3	-
Outros Usos	1.492	65	1.322	105
Produção de Energia Termelétrica	1	-	1	-
TOTAL	2.047	108	1.814	125

Desse modo, evidencia-se 1.492 unidades de uso cadastradas no setor de outros usos, que liderou o ranking de registros de uso na bacia, das quais 1.322 ainda dependem de avaliação. Este também foi o setor com maior número aprovações (65), seguido pela criação animal (24), e o uso industrial (10).

Da mesma forma, os outros usos também foi o setor com maior número de reprovações, totalizando 105, enquanto a criação animal e a irrigação tiveram 8 e 7 unidades reprovadas.

A atividade de criação animal destaca-se na bacia hidrográfica, com 371 unidades cadastradas, segunda maior tanto em número de unidades cadastradas, como de aprovadas (24), reprovadas (8), e não avaliadas (339).

Em termos gerais, a bacia hidrográfica possui cadastradas 2.047 unidades de uso, das quais 108 foram aprovadas, 125 reprovadas, e 1.814 aguardam avaliação.

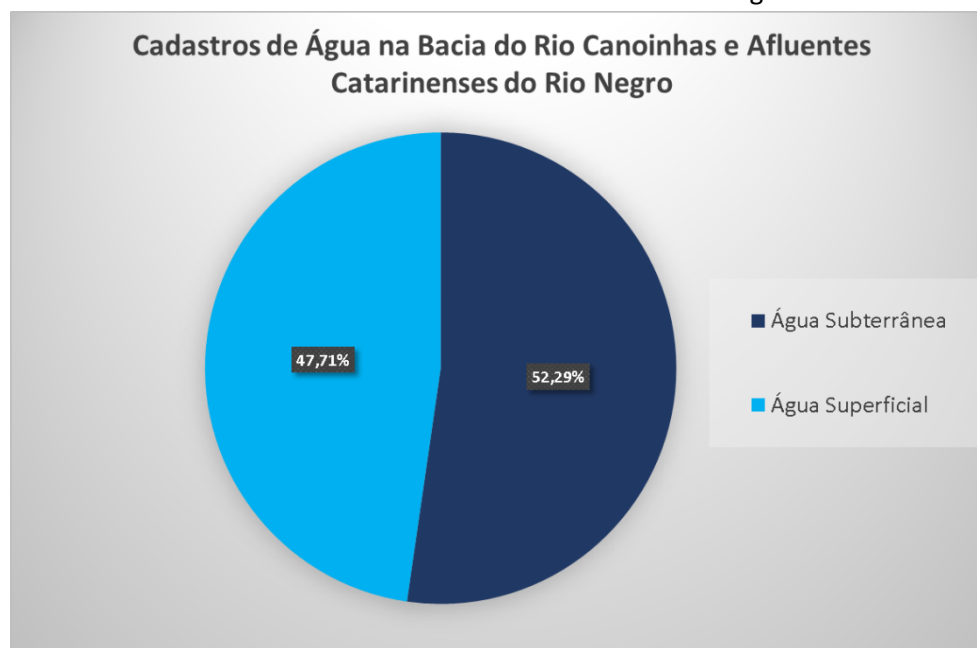
Os três maiores consumidores da Bacia do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro são Gerson Ehmke (UG8), com utilização na irrigação, Arauco Forest Brasil S.A. (UG7 e UG8), para outros usos, e Edson Klipstein (UG7), para irrigação,

todos representando usos consuntivos de captação superficial de 4.109,59 l/s, 152,53 e 139,09 l/s e 114,16 l/s, respectivamente, os primeiros através de rios ou cursos d'água, e o último por meio de lagos naturais ou lagoas.

4.3.3.1.9.1 Captação de água superficial versus captação de água subterrânea

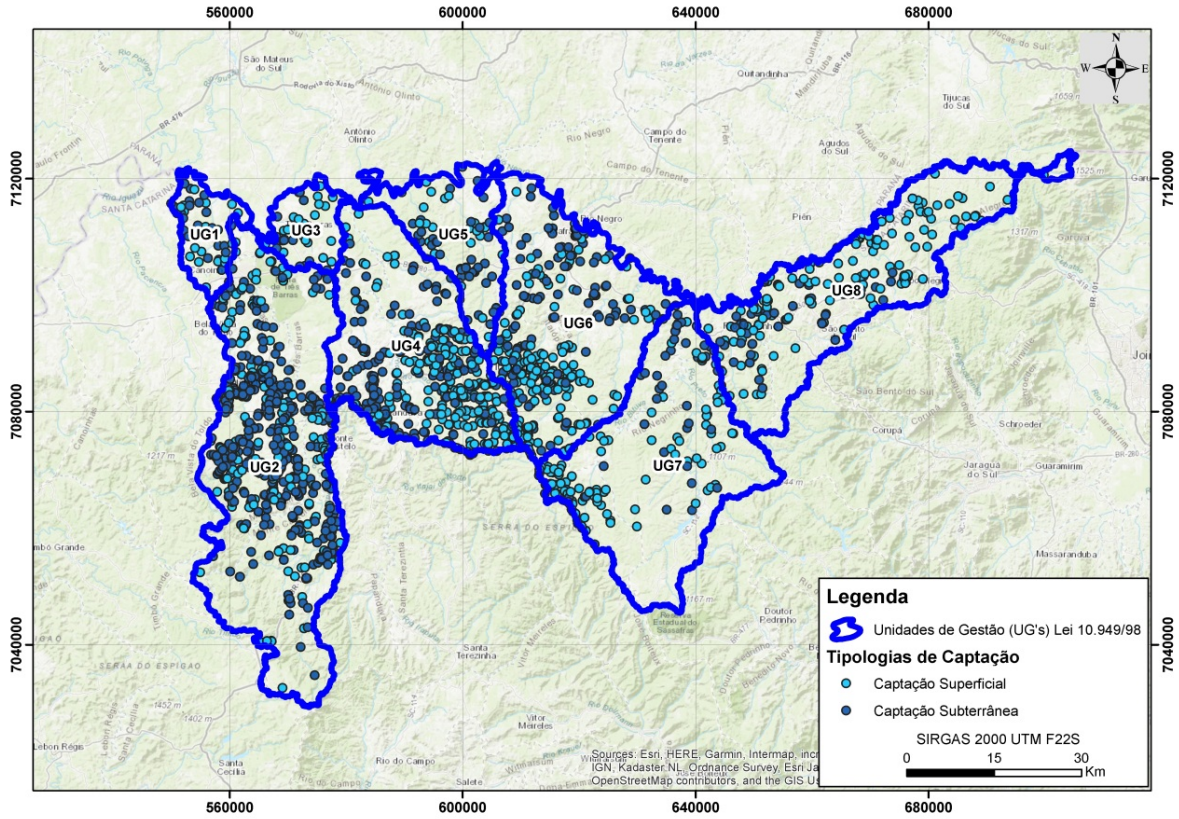
Dos cadastros de usuários de águas contidos na bacia hidrográfica, a predominância corresponde àqueles cuja captação provém de fontes superficiais (47,71), em detrimento às fontes subterrâneas (52,29%), conforme Figura 163.

Figura 163 – usos cadastrados de acordo com o tipo de captação na Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro.



As unidades de captação subterrâneas na bacia hidrográfica totalizaram 1.005 cadastros, as quais contemplaram as tipologias de poços profundos, poços rasos e drenagem de mina subterrânea. Ao passo que, equilibradamente, as captações superficiais compuseram 917 cadastros, incluindo dados de nascentes, lagos naturais ou lagoas, rios ou cursos d'água, açudes e barragens de nível ou de acumulação (Figura 164).

Figura 164 – unidades de usuário de água cadastradas na Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, especializadas de acordo com o tipo de captação, sobre os limites das UGs.



As captações de águas subterrâneas foram maiores para utilização por outros usos e criação animal, com destaque para o número de poços rasos, bastante superior ao de poços profundos (

Tabela 116).

Tabela 116 – quantitativo de cadastros de usuários de águas, em razão do uso setorial e tipo de captação.

Usos Setoriais	Tipos de Captação da Bacia							
	Água Subterrânea (l/s)			Água Superficial (l/s)				
	Poço profundo	Poço raso	Drenagem de mina subterrânea	Nascente	Lago natural ou lagoa	Rio ou curso d'água	Açude	Barragem de nível ou de acumulação
Abastecimento Público	6	-	-	1	-	9	-	-
Aquicultura	-	1	-	2	-	2	2	-
Criação Animal	68	163	-	30	15	59	27	1
Industrial	33	10	-	2	-	11	-	1
Irrigação	10	6	-	3	6	25	36	2
Mineração	-	-	1	-	-	2	-	-
Outros Usos	137	570	-	541	8	97	34	-
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-	-	-	1	-	-
TOTAL DE CADASTROS	1.005			917				

No que se refere às vazões médias anuais, aquelas vinculadas ao uso de águas superficiais superam cerca de catorze vezes a de subterrâneas, isso decorre principalmente em razão dos volumes despendidos para irrigação, outros usos e abastecimento público. O montante corresponde a 5.471,05 l/s de captação em fontes superficiais, e 391,27 l/s em captação por fontes subterrâneas, conforme

Tabela 117.

Tabela 117 – vazões médias anuais (l/s) cadastradas na Bacia, em razão do setor de uso e tipo de captação.

Usos Setoriais	Tipos de Captação da Bacia							
	Água Subterrânea (l/s)			Água Superficial (l/s)				
	Poço profundo	Poço raso	Drenagem de mina subterrânea	Nascente	Lago natural ou lagoa	Rio ou curso d'água	Açude	Barragem de nível ou de acumulação
Abastecimento Público	8,99	-	-	2,28	-	342,64	-	-
Aquicultura	-	0,04	-	3,07	-	0,40	4,01	-
Criação Animal	138,62	72,49	-	26,11	0,76	30,80	23,08	0,02
Industrial	7,52	2,09	-	0,11	-	247,34	-	17,26
Irrigação	1,08	2,06	-	0,04	116,74	4.164,19	12,62	3,65
Mineração	-	-	5,14	-	-	0,46	-	-
Outros Usos	9,68	143,55	-	109,21	1,01	352,47	6,79	-
Produção de Energia Termelétrica	-	-	-	-	-	5,97	-	-
TOTAL DE VAZÃO	391,27			5.471,05				

A partir da

Tabela 117, identifica-se que os maiores usuários de águas superficiais provém das atividades de irrigação e outros usos, com 4.297,24 l/s e 469,48 l/s de vazão média anual. Já dentre as captações de águas subterrâneas, o panorama é bastante diferenciado, com predomínio da criação animal, que lidera com demanda hídrica de 211,01 l/s, seguida da classe outros usos, com 153,23 l/s.

Portanto, diante dos dados, conclui-se que a bacia hidrográfica tem demanda hídrica predominantemente destinada à irrigação, no que se refere à vazão utilizada, e aos outros usos, no que diz respeito à quantidade de pontos de captação, tanto superficial como subterrânea.

Adiante nas Tabela 118 e Tabela 119, apresenta-se a distribuição da demanda dos usos na bacia hidrográfica do rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, em função do número de pontos de captação superficial e do volume captado.

Tabela 118 – distribuição da demanda cadastrada dos usos em função do número de pontos de captação superficial.

Usos Setoriais	Nº de pontos de captação superficial	% dos pontos de captação superficial	Nº de pontos de captação superficial / Intervalos de demanda (l/s)				
			0 à 0,28	0,28 à 1	1 à 25	25 à 50	Maior que 50
Abastecimento Público	10	1,09	0	0	6	1	3
Aquicultura	6	0,65	2	1	3	0	0
Criação Animal	132	14,39	122	3	7	0	0
Industrial	14	1,53	5	1	5	0	3
Irrigação	72	7,85	50	4	16	0	2
Mineração	2	0,22	1	1	0	0	0
Outros Usos	680	74,15	640	7	30	0	3
Produção de Energia Termelétrica	1	0,11	0	0	1	0	0
Total	917	100	820	17	68	1	11
% dos pontos de captação superficial / Intervalo de demanda (l/s)			89,42	1,85	7,42	0,11	1,20

Tabela 119 – distribuição da demanda cadastradas dos usos em função do volume de água captado superficialmente.

Usos Setoriais	Volume captado (l/s)	Volume captado (%)	Volume captado (l/s) / Intervalos de demanda (l/s)				
			0 à 0,28	0,28 à 1	1 à 25	25 à 50	Maior que 50

Abastecimento Público	344,92	6,30	0	0	59,58	28,60	256,74
Aquicultura	7,48	0,14	0,04	0,38	7,06	0	0
Criação Animal	80,77	1,48	2,85	1,75	76,18	0	0
Industrial	264,71	4,84	0,30	0,40	38,81	0	225,21
Irrigação	4.297,24	78,55	5,07	2,59	65,84	0	4.223,74
Mineração	0,46	0,01	0	0,46	0	0	0
Outros Usos	469,48	8,58	5,95	2,75	110,35	0	350,43
Produção de Energia Termelétrica	5,97	0,11	0	0	5,97	0	0
Total	5.471,05	100	14,21	8,33	363,79	28,60	5.056,12
% do volume captado/ Intervalo de demanda (l/s)			0,26	0,15	6,65	0,52	92,42

A comparação dos resultados nas duas tabelas demonstra que 89,42% dos cadastros advém de usos cujo volume de captação superficial é pouco significativo, ou seja, aqueles compreendidos na faixa de vazão de 0 a 0,28 l/s, totalizando 820 usuários. Contudo, o somatório dos usos pouco significativos representam apenas 14,12 l/s de volume captado, portanto, apenas 0,26% do total utilizado na bacia hidrográfica. Enquanto que, a faixa compreendida entre 1 e 25 l/s merece destaque, por responder por 363,79 l/s de volume captado superficialmente, cerca de 6,65% do total, com apenas 68 cadastros, ou seja, só 7,42% do total de pontos de captação.

Nota-se que a irrigação destoa muito dos demais setores usuários, apresentando 78,55% do volume captado superficialmente na bacia hidrográfica, com vazões de captação concentradas no intervalo superior a 50 l/s, onde dispõe de somente 2 cadastros.

Da mesma forma, promoveu-se igual análise à distribuição da demanda dos usos na bacia hidrográfica do rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, em função do número de pontos de captação subterrânea e do volume captado, conforme as Tabela 120 e

Tabela 120 – distribuição da demanda cadastrada dos usos consuntivos em função do número de pontos de captação subterrânea.

Usos Setoriais	Nº de pontos de captação subterrânea	% dos pontos de captação subterrânea	Nº de pontos de captação subterrânea/ Intervalos de demanda (l/s)				
			0 à 0,28	0,28 à 1	1 à 25	25 à 50	Maior que 50
Abastecimento Público	6	0,60	0	2	4	0	0
Aquicultura	1	0,10	1	0	0	0	0
Criação Animal	231	22,99	202	13	14	1	1
Industrial	43	4,28	34	8	1	0	0
Irrigação	16	1,59	15	0	1	0	0
Mineração	1	0,10	0	0	1	0	0
Outros Usos	707	70,35	682	7	17	1	0
Produção de Energia Termelétrica	0	0	0	0	0	0	0
Total	1.005	100	934	30	38	2	1
% dos pontos de captação subterrânea/ Intervalo de demanda (l/s)			92,94	2,99	3,78	0,20	0,10

Tabela 121 – distribuição da demanda cadastradas dos usos em função do volume de água captado subterraneamente.

Usos Setoriais	Volume captado (l/s)	Volume captado (%)	Volume captado (l/s) / Intervalos de demanda (l/s)				
			0 à 0,28	0,28 à 1	1 à 25	25 à 50	Maior que 50
Abastecimento Público	8,99	2,30	0	1,37	7,62	0	0
Aquicultura	0,04	0,01	0,04	0	0	0	0
Criação Animal	211,11	53,96	16,04	5,72	98,03	38,05	53,27
Industrial	9,61	2,46	4,37	3,76	1,48	0	0
Irrigação	3,14	0,80	1,24	0	1,90	0	0
Mineração	5,14	1,31	0	0	5,14	0	0
Outros Usos	153,23	39,16	16,60	3,81	94,78	38,05	0
Produção de Energia Termelétrica	0	0	0	0	0	0	0
Total	391,27	100	38,29	14,66	208,95	76,10	53,27
% do volume captado/ Intervalo de demanda (l/s)			9,79	3,75	53,40	19,45	13,61

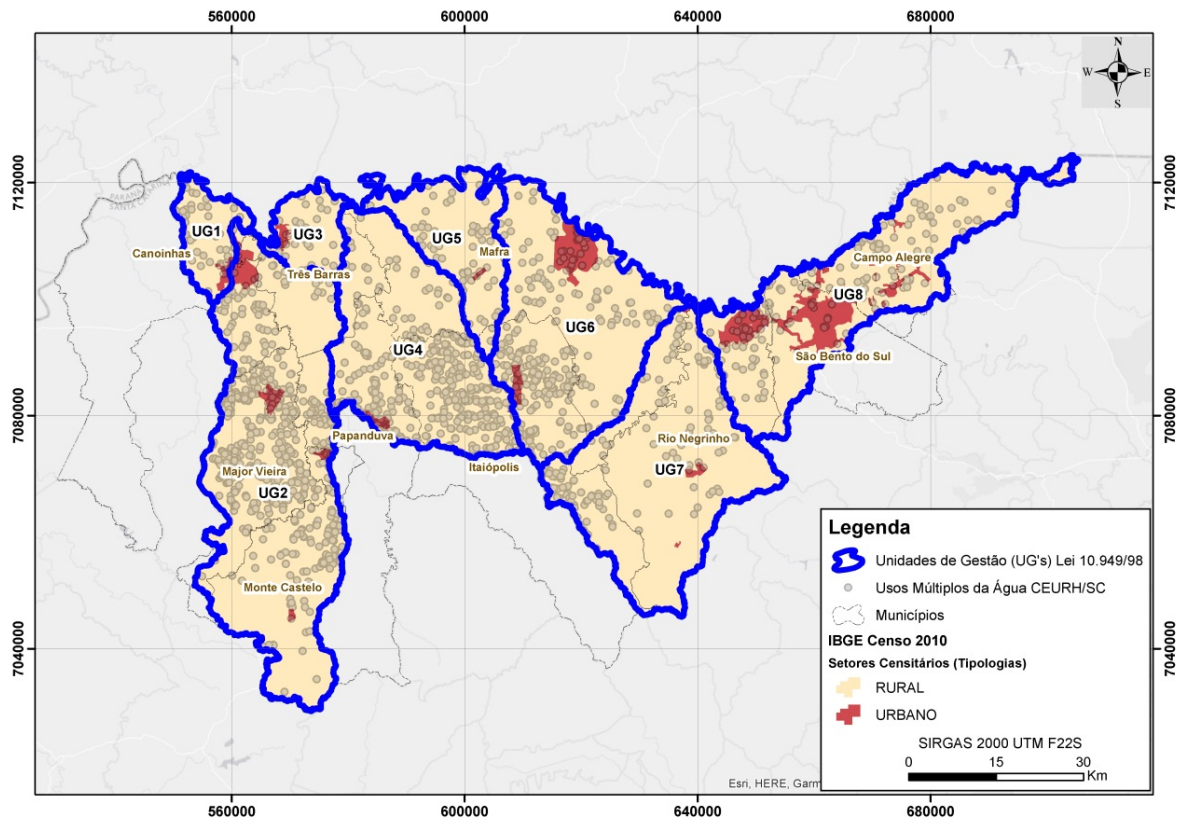
Observa-se que, assim como na captação superficial, predominam os cadastros com captações no intervalo entre 0 e 0,28 l/s, correspondendo a 92,94% do número de pontos de captação subterrânea (934), apesar de o volume, responder por apenas 38,29 l/s.

As captações subterrâneas apresentaram por característica, numerosos pontos de coletas, contudo, associados a baixos volumes de captação, concentrados no intervalo entre 0 à 25 l/s, havendo apenas 3 cadastro com captação em volume superior a estes.

O maior somatório de volume captado é destinado à criação animal, principalmente no intervalo entre 1 e 25 l/s, enquanto o menor setor usuário é a aquicultura, com apenas um cadastro no intervalo pouco significativo.

Além disso, por a bacia hidrográfica dispor a maior parte de seu território em zona rural, observou-se que dos 1.922 cadastros de usuários efetuados e considerados válidos, 1.758 situaram-se sobre zona rural, enquanto apenas 164 incidiram em zona urbana, conforme ilustrado pela Figura 165.

Figura 165 – unidades de usuários de água cadastradas na Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, espacializado sobre o zoneamento rural e urbano, e divididas pelas UGs.

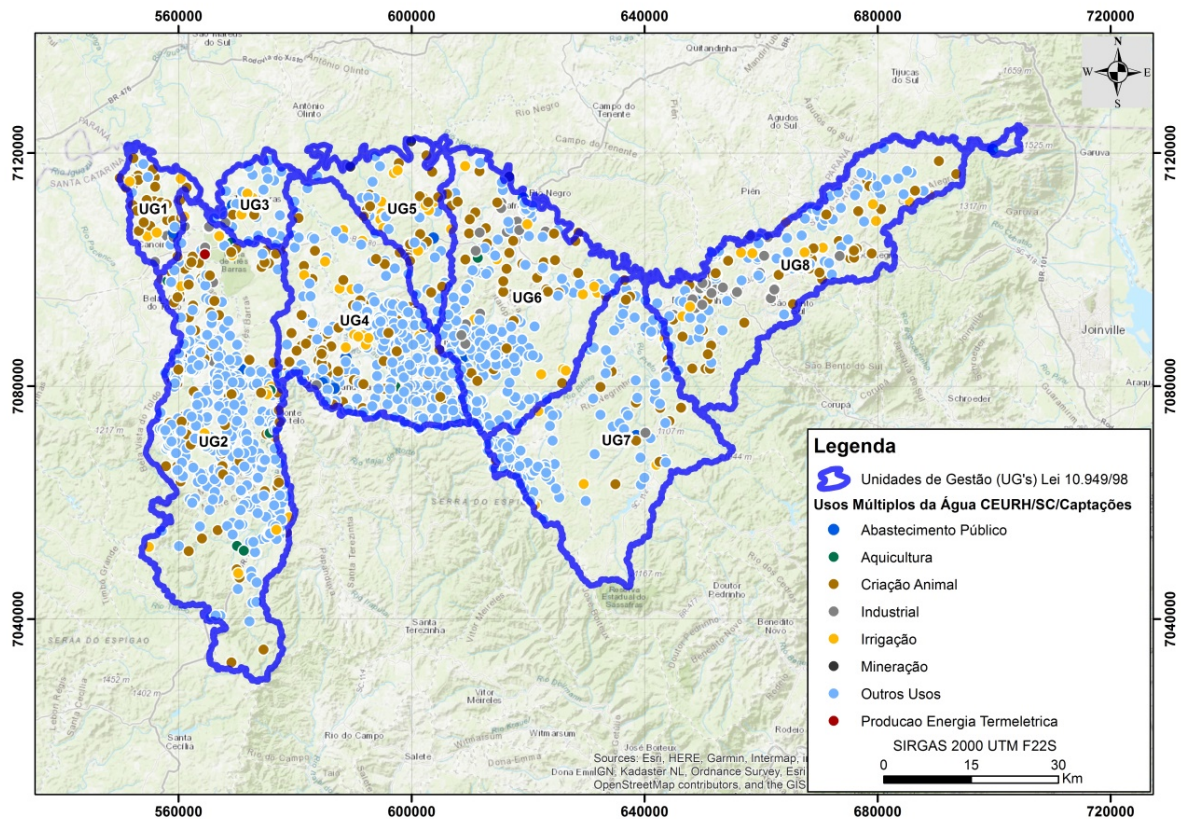


4.3.3.1.9.2 Distribuição espacial dos usuários de água cadastrados

As unidades usuárias de água cadastradas no sistema dentro da bacia hidrográfica, estão espacializadas na Figura 166, através da qual é possível observar duas regiões que se destacam pela aglomeração de pontos de captação de água: porção sudeste da UG4 e sudoeste da UG6, e, porção central da UG2. Nesses dois locais, também identifica-se que a categoria de outros usos é a dominante.

Por outro lado, a captação de água para uso na irrigação e na criação animal são vistas em maior número ao longo da porção norte da bacia hidrográfica.

Figura 166 – pontos de captação de água de usuários cadastrados no Sistema CEURH, espacializados sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro.



4.3.3.1.9.3 Lançamento

No que tange aos pontos de lançamentos, as vazões médias anuais cadastradas no sistema CEURH, foram representadas na Tabela 122 considerando os dados de cadastros aprovados e não avaliados.

Conforme os dados obtidos dos cadastros, a criação animal é o setor com maior vazão de lançamento da bacia, totalizando 5.529,46 l/s, valor sobressalente principalmente por causa de um usuário situado dentro da UG5, ao passo que as indústrias são responsáveis pelo lançamento de 235,54 l/s, com relevância na área da UG2, onde o somatório de vazões lançadas corresponde a 149,10 l/s.

A atividade de irrigação também responde pelo incremento de água, com vazão cadastrada de 120,89 l/s, com lançamentos concentrados na UG7 e UG8. Já os outros

usos, apresentam lançamento de 87,08 l/s, em decorrência da UG7, onde o montante atinge 81,44 l/s.

De outro lado, com contribuições bastante inferiores, aparecem o setor de mineração (9,32 l/s), aquicultura (7,66 l/s), abastecimento público (2,46 l/s) e produção de energia termelétrica (0,11 l/s).

Sendo assim, observou-se que o total geral de vazão média anual de lançamento na bacia hidrográfica é de 5.992,52 l/s, segregado pelos usos setoriais, conforme Tabela 122.

Tabela 122 – vazões médias anuais de lançamentos cadastrados na Bacia do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro (aprovadas e não avaliadas).

Usos Setoriais	UG1	UG2	UG3	UG4	UG5	UG6	UG7	UG8	Total Geral
Abastecimento Público	-	-	-	2,46	-	-	-	-	2,46
Aquicultura	-	6,56	-	0,00	-	1,10	-	-	7,66
Criação Animal	5,01	4,36	0,16	7,06	5.480,30	1,40	30,98	0,18	5.529,46
Industrial	7,43	149,10	0,06	0,26	-	58,77	16,73	3,19	235,54
Irrigação	-	-	-	0,87	0,13	0,00	68,49	51,40	120,89
Mineração	-	-	-	-	9,25	0,08	-	-	9,32
Outros Usos	0,00	0,87	0,51	1,81	0,51	1,15	81,44	0,80	87,08
Produção de Energia Termelétrica	-	0,11	-	-	-	-	-	-	0,11
Total Geral	12,44	161,00	0,72	12,47	5.490,19	62,48	197,64	55,57	5.992,52

Ainda, sobre os lançamentos cadastrados no Sistema CEURH, tem-se a

Tabela 123, com os dados quantitativos de cada UG, conforme status: aprovado, reprovado, não avaliado, validado (não avaliados + aprovados).

Tabela 123 – cadastros de usuários de lançamento de água da Bacia do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, por Unidades de Gestão, e conforme parecer.

UPG 5.2	TOTAL DE CADASTROS	APROVADOS	NÃO AVALIADOS	VALIDADOS	REPROVADOS	DENSIDADE (cad/km ²)
UG1	29	-	27	27	2	0,16
UG2	107	12	87	99	8	0,07
UG3	16	2	14	16	-	0,10
UG4	65	11	53	64	1	0,07
UG5	21	8	13	21	-	0,06
UG6	71	21	50	71	-	0,07
UG7	44	8	36	44	-	0,04
UG8	76	16	59	75	1	0,08
TOTAL	429	78	339	417	12	0,07

Em termos gerais, a bacia hidrográfica dispõe de 429 cadastros submetidos, dos quais 78 foram aprovados, 12 reprovados, e 339 seguem aguardando análise.

Quanto às Unidades de Gestão, a que apresenta maior número de cadastros validados é a UG2, com total de 99 cadastros, seguida pela UG8 com 75 unidades cadastradas, a UG6 com 71, e a UG4 com 64.

Contudo, de outro ponto de vista, em relação à densidade (relação entre o tamanho da UG, em km², e o número de cadastros validados,) a UG1 é a que possui maior densidade de pontos de lançamento, com 0,16 unidade cadastrada por km². Logo depois, aparece a UG3, com densidade de 0,10 cad/km².

Já a UG7 é a que possui menor número de cadastros por km², com apenas 0,04, seguida pela UG5 (0,06 cad/km²). As UGs 2, 4 e 6 aparecem com densidades iguais, correspondentes a 0,07 cad/km².

A área com maior número de cadastros registrados, UG2, também é aquela com maior número de unidades reprovadas, inclusive em proporção, atingindo 8 reprovações.

No mesmo comparativo, considerando apenas os dados avaliados e aprovados, tem-se que a UG6 é a área com maior número de cadastros aprovados (21), ao passo que, a UG1 é a região com maior número de cadastros aprovados por km² (0,16 cad/km²)

restando deficitárias as análises principalmente dos cadastros da UG2, UG8, UG4 e UG6, respectivamente (87, 59, 53 e 50).

Quanto aos cadastros submetidos ao Sistema, constam descritos na Tabela 124. A partir dos dados, diagnostica-se a pendência de um volume de 339 unidades aguardando avaliação.

Tabela 124 – cadastros de lançamento de água da Bacia do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, por setor, e conforme parecer.

SETOR	TOTAL DE CADASTROS	APROVADOS	NÃO AVALIADOS	REPROVADOS
Abastecimento Público	2	1	1	-
Aquicultura	8	-	7	1
Criação Animal	137	21	114	2
Industrial	72	19	49	4
Irrigação	12	2	9	1
Mineração	3	-	3	-
Outros Usos	194	35	155	4
Produção de Energia Termelétrica	1	-	1	-
TOTAL	429	78	339	12

A partir da tabela, evidencia-se 194 unidades de lançamento cadastradas no setor de outros usos, que liderou o ranking de registros de uso na bacia, das quais 155 ainda dependem de avaliação. Este também foi o setor com maior número aprovações, 35, seguido pela criação animal, com 21 aprovações e o uso industrial, com 19 unidades aprovadas.

Do mesmo modo, os outros usos e o setor industrial também registraram os maiores números de reprovações, totalizando 4 cada, enquanto a criação animal teve 2 negativas e a irrigação e a aquicultura tiveram 1 unidade reprovada cada.

A atividade de outros usos acentuou-se em relação as demais, por ter sido o setor com maior número de unidades cadastradas (194), maior número de unidades aprovadas (35), reprovadas (4), e não avaliadas (155).

Os três maiores lançamentos da Bacia do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro são de João Ricardo Carvalho (UG5), decorrente da atividade de criação animal por fertirrigação de solo, da Companhia Canoinhas de Papel (UG2), proveniente

da categoria industrial, e da Arauco Forest Brasil S.A. (UG7), originária da classe de outros usos, sendo o lançamento das duas últimas, realizado diretamente em rios ou cursos d'água, representando lançamentos de 65.753,40 l/s, 1.117,81 l/s e 972,88 l/s, respectivamente.

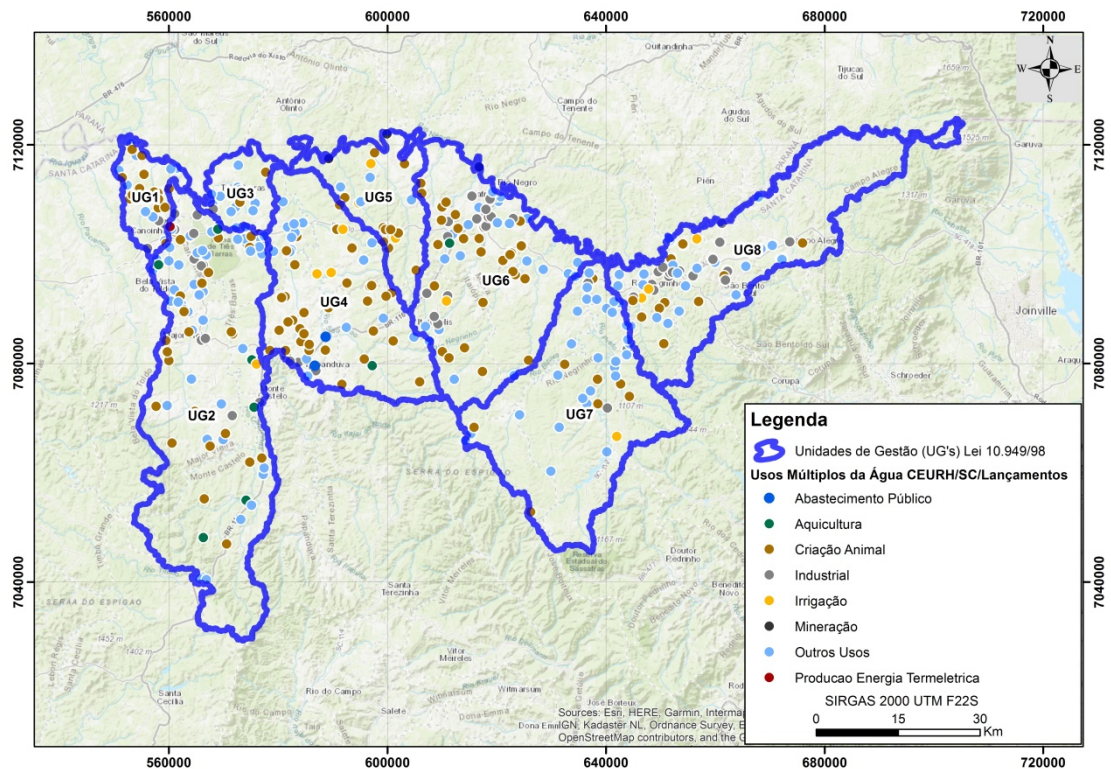
4.3.3.1.9.4 Distribuição espacial das unidades de lançamento de água cadastradas

As unidades com lançamento de água cadastradas no sistema dentro da Bacia Hidrográfica, estão espacializadas na Figura 167. É possível observar que os lançamentos estão bastante esparsos ao longo da bacia, a exceção da parte sul da UG7 e nordeste da UG8, que apresentaram pouco ou nenhum cadastro.

A concentração dos pontos de lançamento da bacia, ainda que em mosaico não tão incisivo, pode ser identificada em focos na parte norte da UG2, juntamente à divisa sul das UGs 1 e 3; na extrema sudoeste da UG4; na porção norte da UG6, e, entre o limite nordeste da UG7 e oeste da UG8.

Nota-se também, que as categorias industrial e de outros usos foram mais numerosas ao norte da área de abrangência do plano, enquanto que o lançamento proveniente da criação animal destacou-se mais ao sul, e na área central.

Figura 167 – pontos de lançamento de água de usuários cadastrados no Sistema CEURH, espacializados sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro.



4.3.4 Avaliação das Demandas Hídricas

4.3.4.1 Elaboração de Cenários de Potencialidades Hídricas Superficiais e Subterrâneas

Para definição das potencialidades hídricas da bacia hidrográfica, foram realizadas estimativas das demandas hídricas atuais, na área de abrangência do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro.

Para cálculo estimado do cenário atual da demanda hídrica, foram considerados os usos múltiplos de água, e dados do diagnóstico socioeconômico e ambiental, para a aplicação de metodologias, conforme o Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina (PERH/SC) (SANTA CATARINA, 2017) a Agência Nacional de Águas (ANA, 2015) e o Operador Nacional do Sistema (ONS, 2005).

Para isso, quantificou-se as vazões de retirada, retorno e consumo para cada um dos usos setoriais de água. A primeira refere-se àquela captada, que visa atender os usos na bacia hidrográfica. Todavia, parte é disponibilizada ao ambiente, após a utilização, essa porção devolvida é denominada vazão de retorno. Já aquela que não é devolvida, resultante da diferença entre a vazão de retirada e vazão de retorno, é a chamada vazão de consumo.

A estimativa da demanda por uso se deu baseada em dados secundários, conforme diagnóstico sócioeconômico e dados obtidos de instituições públicas e privadas, com ênfase nos dados econômicos, de produtividade, populacionais, e de consumo de água (per capita, tipologia animal, vegetal, área de plantio, área de irrigação e atividade industrial).

Aos conteúdos dos municípios que não são compreendidos integralmente pela área da bacia hidrográfica, deu-se o mesmo tratamento dos demais, utilizando-se 100% dos dados, para os cálculos das estimativas de demandas, uma vez que, a maior parte das informações obtidas nessa etapa, não se encontram distribuídas espacialmente, de modo que, qualquer divisão, proporção ou relação com o uso do solo que pudesse ser feita, não compreenderia com veracidade os fatos reais. Por isso, optou-se pela utilização integral dos dados, com ciência de que os valores finais, devem apresentar-se superiores aos reais, contudo, sem prejuízo ao estudo e resultados aos quais pretende-se atingir com o plano, já que a superestimação das demandas, força à excelência do número e qualidade das unidades cadastradas de usuários de água na bacia hidrográfica.

Quanto às classificações de usos, justifica-se que não se encontrou metodologia adequada para cálculo da estimativa atual da classe outros usos, tendo em vista envolver atividades de características diversas, podendo incluir usos consuntivos ou não consuntivos, ou seja, com interferência ou não na disponibilidade hídrica. Bem como, observou-se que a grande parte dos cadastros enquadrados em outros usos, dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro correspondem a pequenas propriedades rurais de usos múltiplos. Ou seja, a maior parte dos usos classificados como outros usos já estaria contida nas estimativas de aquicultura, irrigação e criação animal.

Da mesma forma, a produção de energia termelétrica não foi objeto da estimativa da demanda de uso, tendo em vista esta atividade não proporcionar a retirada de água, não afetando a disponibilidade, uma vez que o volume removido, retorna ao ambiente.

4.3.4.1.1 Abastecimento Público

O abastecimento público é dividido em três variantes: urbano, rural e flutuante. Para o urbano, calculou-se a estimativa da vazão de retirada (Q_u , m³/s) conforme a fórmula:

$$Q_u = \sum_{i=1}^n \left[Pop_{urbano,i} \times CP_{urbano,i} \times \left(\frac{100}{100 - \text{índice de perdas}_i} \right) \right]$$

Onde,

$Pop_{urbano,i}$ é o número de habitantes residentes nas áreas urbanas do município i , com base nos dados divulgados pelo IBGE;

$CP_{urbano,i}$ é o consumo per capita da população urbana de cada município (l/habitante/dia), e;

Índice de perdas representa as perdas físicas da rede de abastecimento dos municípios (SNIS, 2015).

As perdas por município foram utilizadas para correção das vazões de captação, de modo a representar a vazão real necessária para abastecimento da população urbana, levando-se em consideração as perdas decorrentes do sistema de distribuição de água (Tabela 125).

Tabela 125 – demanda hídrica de água para abastecimento da população urbana per capita, conforme índices de perda.

Municípios	População urbana (habitantes)	Demanda urbana per capita (l/hab/dia)*	Índice de perdas (%)*
Canoinhas	40.474	116,70	39,76
Major Vieira	3.173	100,78	41,89
Papanduva	9.741	195,82	15,13
Monte Castelo	4.922	90,09	42,13
Três Barras	16.229	107,11	51,46
Itaiópolis	11.379	96,53	29,30
Mafra	43.675	111,53	49,67
Rio Negrinho	38.342	114,30	40,44
São Bento do Sul	78.220	131,42	39,43
Campo Alegre	7.399	143,97	0,00

Fonte: *SNIS, 2015.

$$\begin{aligned}
Q_u = & \left[40.474 \times 116,70 \times \left(\frac{100}{100 - 30,76} \right) \right] + \left[3.173 \times 100,78 \times \left(\frac{100}{100 - 41,89} \right) \right] \\
& + \left[9.741 \times 195,82 \times \left(\frac{100}{100 - 15,13} \right) \right] \\
& + \left[4.922 \times 90,09 \times \left(\frac{100}{100 - 42,13} \right) \right] \\
& + \left[16.229 \times 107,11 \times \left(\frac{100}{100 - 51,46} \right) \right] \\
& + \left[11.379 \times 96,53 \times \left(\frac{100}{100 - 29,30} \right) \right] \\
& + \left[43.675 \times 111,53 \times \left(\frac{100}{100 - 49,67} \right) \right] \\
& + \left[38.342 \times 114,30 \times \left(\frac{100}{100 - 40,44} \right) \right] \\
& + \left[78.220 \times 131,42 \times \left(\frac{100}{100 - 39,43} \right) \right] \\
& + \left[7.399 \times 143,97 \times \left(\frac{100}{100 - 0,00} \right) \right] = 50.593.669,2058346 \text{ l/dia} \\
& = 0,585 \text{ m}^3/\text{s}
\end{aligned}$$

Portanto, a vazão estimada de retirada é de 0,585 m³/s. Já para a vazão de retorno do abastecimento humano urbano, calculada em 0,468 m³/s, utilizou-se a fórmula (ONS, 2005):

$$Q_{u,r} = Q_u \times k_{u,r} = 0,585 \times 0,8 = 0,468 \text{ m}^3/\text{s}$$

Onde,

K_{u,r} é o coeficiente de retorno do abastecimento humano urbano, considerado 0,8, conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1986).

Finalmente, a vazão de consumo para abastecimento urbano (Q_{u,c}, m³/s) foi aferida através da equação (ONS, 2005):

$$Q_{u,r} = Q_u - Q_{u,r} = 0,585 - 0,468 = 0,117 \text{ m}^3/\text{s}$$

Já para a estimativa da demanda de retirada, no que tange à população flutuante (Q_{uf} , m^3/s), tendo em vista os municípios abrangidos no Plano, constatou-se que apenas o município de Rio Negrinho compõe o ranking da Santa Catarina Turismo S.A. (SANTUR, 2018) de destinos turísticos, compreendido dentro do Caminho dos Príncipes. Contudo, neste relatório, não há dados sobre o fluxo de turistas no local. Por isso, a população flutuante não pôde ser calculada, para fins de estimativa de retirada de água.

Por último, quanto ao abastecimento humano rural, para a estimativa da vazão de retirada (Q_r , m^3/s), aplicou-se a equação (ONS, 2005):

$$Q_r = Pop_{rural} \times CP_{rural}$$

Onde,

Pop_{rural} é o número de residentes nas áreas rurais, conforme levantado no diagnóstico socioeconômico;

CP_{rural} é o consumo per capita rural ($\text{l}/\text{habitante}/\text{dia}$).

Para fins de cálculo, considerou-se o consumo per capita rural como 100 $\text{l}/\text{habitante}/\text{dia}$, de acordo com o indicado pela ANA (2015). A partir dos dados da população rural dos municípios e o consumo per capita rural aferiu-se que a vazão de retirada é de $0,080 \text{ m}^3/\text{s}$, tendo em vista o cálculo abaixo:

$$Q_r = Pop_{rural} \times CP_{rural} = 69.092 \times 100 = 6.909.200 \text{ l}/\text{dia} = 0,080 \text{ m}^3/\text{s}$$

Já a estimativa da vazão de retorno do abastecimento humano rural ($Q_{r,r}$, m^3/s), obteve-se através da equação (ONS, 2005):

$$Q_{r,r} = Q_r \times k_{r,r} = 0,080 \times 0,5 = 0,040 \text{ m}^3/s$$

Onde,

$K_{r,r}$ é o coeficiente de retorno do abastecimento humano rural, considerado 0,5 pela ONS (2005).

Portanto, a vazão de consumo para abastecimento humano rural ($Q_{r,c}$, m^3/s) é (ONS, 2005):

$$Q_{r,c} = Q_r - Q_{r,r} = 0,080 - 0,040 = 0,040 \text{ m}^3/s$$

4.3.4.1.2 Aquicultura

Os espécimes produzidos pela aquicultura no interior da bacia hidrográfica constituem-se da produção de peixes de água doce (psicultura), não havendo registros de produção de espécies vinculadas à maricultura. Em pesquisa aos dados estaduais, verificou-se que a área do plano tem produção aquícola pouco significativa, em termos de quantidade produzida, se comparada às outras regiões. Por isso, para a realização da estimativa do cenário atual de demanda hídrica da atividade, foram considerados os dados de demanda de água para a produção amadora de peixes de água doce, conforme a Silva et al. (2017), e a produção anual de peixes de água doce na área do plano.

A área alagada foi calculada, considerando a produtividade da piscicultura amadora de Santa Catarina, no ano de 2015, disponibilizada pela Silva et al. (2017), de 1,3 tonelada de peixe para cada um hectare. Desta forma, em 2017 foi estimada a utilização de cerca de 415,96 hectares para a piscicultura na área do Plano.

De acordo com a FAO (1998) e EPAGRI (2015), os tanques e viveiros destinados à piscicultura possuem uma profundidade média de 1 metro, construídos em solo argiloso, com tempo de enchimento médio dos viveiros de trinta dias, período de cultivo médio de trezentos dias, e sem renovações de água durante o processo. O dado de

referência foi adotado para esta estimativa, tendo por relação a área alagada versus a produção anual de peixes de água doce, resultando em aproximadamente 7,69 m³ de água por kg de produtos da piscicultura ao ano.

A produção anual de peixes na área do plano, foi descrita na Tabela 126, conforme dados disponibilizados pelo IBGE e inferências da Silva et al. (2017), para o ano de 2017.

Tabela 126 – produção da atividade de aquicultura nos Municípios compreendidos pela Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro.

Municípios	Quantidade (kg) por espécie							Área Alagada (ha)
	Carpa	Tilápia	Traíra e Trairão	Truta	Pacu e Patinga	Outros Peixes	TOTAL	
Canoinhas	8.000	78.000	2.000	-	-	8.000	96.000	73,85
Major Vieira	9.500	10.700	-	-	-	3.500	23.700	18,23
Papanduva	13.100	14.300	-	-	-	4.750	32.150	24,73
Monte Castelo	17.900	19.400	-	-	-	12.300	49.600	38,15
Três Barras	4.750	2.950	-	-	-	2.350	10.050	7,73
Itaiópolis	5.900	23.950	-	-	-	2.900	32.750	25,19
Mafra	18.000	38.000	-	-	-	12.000	68.000	52,31
Rio Negrinho	8.400	20.100	350	-	-	-	28.850	22,19
São Bento do Sul	27.010	61.020	-	-	-	-	88.030	67,72
Campo Alegre	14.030	37.500	51	55.800	240	4.000	111.621	85,86
TOTAL	126.590	305.920	2.401	55.800	240	49.800	540.751	415,96
TOTAL	540.751 kg							

Fonte: IBGE, 2017.

A partir dos números compilados pelo IBGE, constatou-se que o Município de Campo Alegre se destaca na aquicultura, com produção de diversas espécies, totalizando aproximadamente 111.621 kg de peixes em 2017. Também com destaque no setor, encontram-se os Municípios de Canoinhas (96.000 kg), São Bento do Sul (88.030 kg) e Rio Negrinho (74.650 kg), onde os principais produtos são a tilápia e a carpa.

Diante da demanda de água estimada para a piscicultura e da produção de peixes na bacia hidrográfica, determinou-se a vazão de retirada conforme a equação:

$$Q_{aqui} = Q_{ref,aqui} \times Produção_{aqui} = 7,69 \times 540.751 = 4.158.375,19 \text{ m}^3/\text{ano} \\ = 0,132 \text{ m}^3/\text{s}$$

Já a vazão de retorno ($Q_{aqui,r}$), foi calculada em $0,056 \text{ m}^3/\text{s}$, considerando que o coeficiente de retorno de água para a atividade de piscicultura é de $349 \text{ m}^3/\text{mês}/\text{ha}$, que corresponde a $1,346 \text{ l/s}/\text{ha}$ (Santa Catarina, 201?), conforme a equação:

$$Q_{aqui,r} = Al \times k_r = 415,96 \times 0,0001346 = 0,056 \text{ m}^3/\text{s}$$

Onde,

Al é a área superficial alagada da bacia;

k_r é o coeficiente de retorno de água associado à piscicultura, considerado como $1,346 \text{ l/s}/\text{ha}$ pelos estudos de Santa Catarina (201?).

Em síntese, a vazão de consumo efetivo de água ($Q_{aqui,c}$) para a atividade de aquicultura, foi estimada em $0,076 \text{ m}^3/\text{s}$, de acordo com a equação:

$$Q_{aqui,c} = Q_{aqui} - Q_{aqui,r} = 0,132 - 0,056 = 0,076 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.3.4.1.3 Criação Animal

A vazão de retirada para a criação animal (Q_a , m^3/s) foi estimada de acordo com a equação abaixo (ONS, 2005):

$$Q_a = \sum_{i=1}^n (Reb_{espécie,i} \times q_{espécie,i})$$

Onde,

$Reb_{espécie}$ é o rebanho por espécie animal i em número de cabeças, conforme Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da área de abrangência do Plano;

$q_{espécie}$ é o consumo per capita específico da espécie i (l/cabeça/dia), conforme Tabela 127.

Tabela 127 – demanda de água per capita, de acordo com a espécie animal.

Espécie animal	$q_{espécie}$ (l/cabeça/dia)
Bovino	50
Suíno	10
Bubalino	50
Equino	40
Ovino	8
Caprino	8
Aves	0,20

Fonte: Tundisi & Rebouças, 2006.

Dessa forma, em posse do quantitativo efetivo dos rebanhos para todos os Municípios da área de abrangência do plano (IBGE, 2017), e dos valores de consumo per capita por espécie animal, tem-se que a vazão de retirada é de $0,140 m^3/s$:

Tabela 128 – quantitativo dos rebanhos de criação animal dos municípios integrantes do Plano, conforme a espécie.

Municípios	Quantidade (cabeças) por espécie						
	Bovino	Suíno	Bubalino	Equino	Ovino	Caprino	Aves
Canoinhas	19.346	91.586	40	736	5.356	337	498.077
Major Vieira	14.317	29.866	0	314	975	129	333.753
Papanduva	19.091	97.254	0	910	2.079	74	329.261
Monte Castelo	9.243	5.244	62	377	1.662	66	242.067
Três Barras	2.423	13.629	14	212	1.372	91	93.724
Itaiópolis	24.061	23.308	68	792	2.261	158	1.384.495
Mafra	23.580	41.893	16	802	4.913	149	2.519.582
Rio Negrinho	11.500	650	1	1.100	2.950	360	630.670
São Bento do Sul	8.450	1.100	12	620	1.530	103	210.640
Campo Alegre	12.500	1.800	41	1.896	3.200	300	162.105
TOTAL	144.511	306.330	254	7.759	26.298	1.767	6.404.374
TOTAL	6.891.293						

Fonte: IBGE, 2017.

$$Q_a = (144.511 \times 50) + (306.330 \times 10) + (254 \times 50) + (7.759 \times 40) + (26.298 \times 8) + (1.767 \times 8) + (6.404.374 \times 0,2) = 12.117.304,80 \text{ l/dia} = 0,140 \text{ m}^3/\text{s}$$

A partir disso, afere-se que a estimativa da vazão de retorno da atividade de criação animal ($Q_{a,r}$, m^3/s) foi de $0,028 m^3/s$, obtida por meio da seguinte equação (ONS, 2005):

$$Q_{a,r} = Q_a \times k_{a,r} = 0,140 \times 0,2 = 0,028 m^3/s$$

Onde,

$k_{a,r}$ é o coeficiente de retorno da criação animal, tido como 0,2, conforme indicado por ONS (2003).

Conclusivamente, tem-se que a vazão de consumo para a criação animal ($Q_{a,c}$, m^3/s) é definida pela equação (ONS, 2005):

$$Q_{a,c} = Q_a - Q_{a,r} = 0,140 - 0,028 = 0,112 m^3/s$$

4.3.4.1.4 Industrial

Para o cálculo da vazão retirada pelo uso industrial (Q_{ind} , m^3/s), consideraram-se apenas as indústrias as quais utilizam água em parte de seu processo industrial, portanto as de transformação e construção civil, e assim como nos usos anteriores, aplicou-se a metodologia da ONS (2005), cuja baseia-se no Valor Adicionado Bruto (VAB) dos diversos setores industriais presentes na área do plano.

Para isso, considerou-se o VAB dos municípios abrangidos pela área do plano, para o ano de 2015 para as diferentes atividades industriais, conforme disponibilizado no Portal Estatístico de Santa Catarina, pela Secretaria de Estado do Planejamento (2016). Ou seja, a vazão de retirada para uso industrial foi obtida segundo o ramo industrial, bem como, os valores de referência da vazão de retirada e retorno, os quais foram utilizados no cálculo, conforme dados da

Tabela 129, disponibilizados pelo ONS (2005). Para conversão do valor da moeda, em reais, utilizou-se a taxa de câmbio de compra média do ano de 2018, de 3,655173 R\$/US\$, obtida através do Banco Central do Brasil (2018).

Tabela 129 – vazões de referência de retirada e retorno conforme ramos industriais.

Setor industrial	Retirada (m³/US\$)	Retirada (m³/R\$1.000,00)	Retorno (m³/US\$)	Retorno (m³/R\$1.000,00)
Produtos alimentares	0,02708	7,40868	0,02166	5,92585
Bebidas	0,00998	2,73038	0,00870	2,38019
Fumo	0,00564	1,54302	0,00451	1,23387
Têxtil	0,03064	8,38264	0,02451	6,70556
Vestuários, calçados e artefatos de tecidos	0,03052	8,34981	0,02442	6,68094
Couros e peles, artefatos para viagens	0,01474	4,03264	0,01179	3,22557
Madeira	0,05039	13,78594	0,04031	11,02821
Papel e papelão	0,08545	23,37783	0,06836	18,70226
Editorial e gráfica	0,00001	0,00274	0,00001	0,00274
Química	0,02304	6,30340	0,01843	5,04217
Produtos farmacêuticos e veterinários	0,00560	1,53208	0,00448	1,22566
Perfumaria, sabões e velas	0,00753	2,06009	0,00602	1,64698
Borracha	0,00134	0,36660	0,00107	0,29274
Produtos de matérias plásticas	0,00023	0,06292	0,00018	0,04925
Transformação de não metálicos	0,00492	1,34604	0,00394	1,07792
Metalúrgica	0,01013	2,77141	0,00811	2,21877
Mecânica	0,01132	3,09698	0,00905	2,47594
Material elétrico de comunicações	0,00001	0,00274	0,00001	0,00274
Material de transporte	0,00551	1,50745	0,00440	1,20377
Mobiliário	0,12274	33,57981	0,09838	26,91528
Genérica	0,02713	7,42236	0,02176	5,95321

Fonte: Adaptado de ONS, 2005.

A indústria de transformação foi segregada, de modo a permitir relação com as categorias industriais estabelecidas pelo IBGE, e apresentadas na Tabela 130 anterior.

Dessa forma, foram divididas em: transformação, construção civil, automóveis, alimentos e bebidas, demais atividades industriais, confecção e têxtil, eletrometal mecânica e madeira e celulose.

Tabela 130 - Valores de referência do valor adicionado bruto para cálculo da vazão de retirada do setor industrial.

Municípios	ANO 2015 - VAB (R\$ 1.000,00)							
	Transformação	Construção civil	Automóveis	Alimentos e bebidas	Demais atividades industriais	Confecção e Têxtil	Eletrometal mecânica	Madeira e celulose
Canoinhas	165.412,07	69.370,54	238,23	39.057,26	11.759,17	1.062,31	3.065,40	110.229,70
Major Vieira	8.821,20	6.677,22	0,00	6.442,77	34,23	0,00	0,00	2.404,20
Papanduva	55.779,40	14.319,31	0,00	26.551,45	1.370,61	6.917,48	600,70	20.339,15
Monte Castelo	3.352,12	12.220,34	0,00	1.065,94	0,00	161,89	37,24	2.087,05
Três Barras	427.780,04	11.719,60	0,00	322,65	8.544,20	6,12	929,30	417.977,78
Itaiópolis	158.739,77	18.847,82	0,00	90.415,84	1.339,25	34,54	61.108,09	5.842,06
Mafra	215.418,89	49.863,13	351,14	58.143,39	67.645,82	21.766,35	10.311,23	57.200,96
Rio Negrinho	272.630,64	31.337,43	50,48	1.521,51	38.630,34	2.070,68	13.673,21	216.684,42
São Bento do Sul	1.001.296,59	107.495,02	72.081,79	13.199,06	435.407,47	113.926,51	85.768,06	280.913,69
Campo Alegre	101.369,84	8.458,16	175,12	895,57	11.144,43	20.871,51	33.100,57	35.182,64
TOTAL	2.410.600,56	330.308,57	72.896,76	237.615,44	575.875,52	166.817,39	208.593,80	1.148.861,65

Fonte: SPG/SC, 2016.

Assim, de acordo com os VABs por atividade, tem-se que a vazão de retirada do setor industrial totaliza cerca de 1,306 m³/s, conforme cálculo através da seguinte equação:

$$Q_{ind} = \sum_{i=1}^n (VAB_{atividade,i} \times q_{retirada,atividadei}) = 41.174.545,3736607 \text{ m}^3/\text{ano}$$

$$= 1,306 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ressalva-se que este plano primou pelo uso do coeficiente mais conservador, assumindo-se algumas escolhas diferenciadas dentre os parâmetros para consolidação dos cálculos. Para a indústria de alimentos e bebidas, as quais possuem coeficientes distintos, optou-se pela utilização dos valores daquela que apresenta um maior coeficiente de retirada, ou seja, a de alimentos. Pelo mesmo motivo, na seleção do coeficiente para o setor têxtil e de confecção, elegeu-se o da indústria têxtil; para o da indústria eletrometal mecânica, escolheu-se o coeficiente da indústria mecânica, e, para representar a indústria de madeira e celulose (papel), decidiu-se pelo coeficiente da indústria de papel. Já para as indústrias de automóveis e construção civil, que não possuem coeficientes específicos na literatura consultada, adotou-se o mesmo valor atribuído às atividades industriais genéricas, seguindo a relação entre indústrias do Guia Web (FIESC) e categorias do CNAE, do Panorama dos Recursos Hídricos em Santa Catarina (2006), assim como aplicado no Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina (PERH/SC, 2008).

De outro modo, para cálculo da vazão de retorno, utilizou-se a equação a seguir, da qual se obteve o valor estimado de 1,045 m³/s:

$$Q_{ind,r} = \sum_{i=1}^n (VAB_{atividade,i} \times q_{r,atividadei}) = 32956560,9509771 \text{ m}^3/\text{ano}$$

$$= 1,045 \text{ m}^3/\text{s}$$

Os mesmos critérios de seleção de coeficientes empregados para o cálculo da vazão de retirada, foram aplicados no cálculo da vazão de retorno.

Portanto, a vazão de consumo estimada para a atividade industrial dentro da bacia hidrográfica é de 0,261 m³/s, conforme a equação:

$$Q_{ind,c} = Q_{ind} - Q_{ind,r} = 1,306 - 1,045 = 0,261 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.3.4.1.5 Irrigação

A estimativa da vazão de retirada para irrigação (Qirr, m³/s) foi calculada em razão das áreas de cultivo (Tabela 131), e as vazões de retirada, conforme dados disponibilizados pelo Atlas da Irrigação (ANA, 2017), considerando as taxas médias de retirada de água para a rizicultura e demais culturas, apresentados em síntese na Tabela 131

Tabela 131 – Áreas irrigadas por município, dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro.

MUNICÍPIOS	ÁREA IRRIGADA – ANO 2015 (hectares)		
	Arroz Inundado	Demais culturas	Total
Canoinhas		261	261
Major Vieira	12	14	26
Papanduva	40	164	204
Monte Castelo	16	40	56
Três Barras		157	157
Itaiópolis		339	339
Mafra		581	581
Rio Negrinho		63	63
São Bento do Sul		17	17
Campo Alegre		69	69
Total	68	1.705	1.773
Total Geral Vazão	1.773		

Tabela 132 - vazões de referência de retirada (m³/s) em função do Município.

MUNICÍPIOS	VAZÃO DE RETIRADA (m ³ /s)		
	Arroz Inundado	Demais culturas	Total
Canoinhas		0,00533	0,00533
Major Vieira	0,00257	0,00033	0,00291
Papanduva	0,00871	0,00245	0,01116
Monte Castelo	0,00348	0,00057	0,00406
Três Barras		0,00281	0,00281
Itaiópolis		0,00499	0,00499
Mafra		0,01154	0,01154
Rio Negrinho		0,00088	0,00088
São Bento do Sul		0,00014	0,00014
Campo Alegre		0,00041	0,00041
Total		0,044	

A área total de cultivo na bacia hidrográfica é de 1.173 hectares. Do montante, estima-se que 68 hectares correspondem a áreas destinadas ao cultivo de arroz inundado, ao passo que os outros 1.705 hectares destinam-se às demais culturas.

Diante disso, em consulta ao Atlas da Irrigação (ANA, 2017), obteve-se a vazão de retirada estimada para irrigação, pelo somatório das vazões de todos os municípios abrangidos pela bacia, considerando os cultivos de arroz inundado e demais culturas, obtendo-se como resultado 0,044 m³/s.

Em sequência, para aferição da vazão de retorno estimada para a irrigação, que totalizou 0,014 m³/s, utilizou-se a equação:

$$Q_{irr,r} = Q_{irr} \times k_{r,cultura,i} = (0,044 \times 0,32) = 0,014 \text{ m}^3/\text{s}$$

Onde,

$k_{cultura,i}$ é o coeficiente de retorno da irrigação para cada cultura, igual a 0,32 (ONS, 2005).

Portanto, tem-se que o consumo estimado da demanda de água para a irrigação é de 0,030 m³/s, conforme a equação:

$$Q_{irr,c} = Q_{irr} - Q_{irr,r} = 0,044 - 0,014 = 0,030 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.3.4.1.6 Mineração

A fim de calcular a estimativa da vazão de retirada do setor de mineração, utilizou-se os dados referentes ao Valor Adicionado Bruto (VAB, em R\$) das indústrias de extração mineral dos municípios abrangidos pelo Plano, para o ano de 2015, conforme dados do Portal Estatístico da Secretaria de Estado do Planejamento de Santa Catarina (SPG/SC, 2016).

As substâncias minerais que destacam-se em requerimentos de pesquisa ou lavra, são aquelas comumente utilizadas na construção civil, quais sejam, areia, brita, cascalho, saibro, caulim, argila, entre outros. A descrição das atividades de lavras, local de exploração, mineral, fase do licenciamento e requerentes, constam no diagnóstico socioeconômico e ambiental.

O VAB da indústria de extração, nos municípios abrangidos pelo plano constam na

Tabela 133, cujo somatório totalizou R\$ 14.378,87 no ano de 2015, conforme última atualização disponibilizada no Portal Estatístico (SPG/SC, 2016).

Tabela 133 - valor adicionado bruto do setor de extração mineral.

MUNICÍPIOS	ANO - 2015 VAB (R\$ 1.000,00)
Canoinhas	2.889,11
Major Vieira	0,00
Papanduva	673,83
Monte Castelo	0,00
Três Barras	150,28
Itaiópolis	0,00
Mafra	418,41
Rio Negrinho	51,37
São Bento do Sul	357,52
Campo Alegre	9.838,35
TOTAL	14.378,87

Fonte: SPG/SC, 2016.

Quanto aos valores de referência da vazão de retirada da mineração, são apresentados na Tabela 134.

Tabela 134 - valores de referência para cálculo da vazão de retirada do setor de mineração.

Atividade extrativa	Vazão de retirada (m ³ /US\$)	Vazão de retirada (m ³ /R\$1.000,00)
Mineração	0,13233	36,20348

Fonte: ONS, 2005.

O coeficiente de retirada de água para a indústria extrativa mineral, segundo o ONS (2005) é de 0,13233 m³/US\$. Para conversão do valor da moeda, em reais, utilizou-se a taxa de câmbio de compra média do ano de 2018, de 3,655173 R\$/US\$, obtida através do Banco Central do Brasil (2018).

A partir dos dados, foi estimada a vazão de retirada da mineração em 0,016 m³/s, conforme a equação:

$$\begin{aligned} Q_{min} &= VAB_{min} \times Q_{ref,min} = 14.378,87 \times 36,20348 = 520.565,201 \text{ m}^3/\text{ano} \\ &= 0,016 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Adiante, aferiu-se a vazão de retorno da atividade de mineração (Q_{min,r}, m³/s), de 0,013 m³/s, cuja foi obtida por meio da seguinte equação (ONS, 2005):

$$\begin{aligned} Q_{min,r} &= VAB_{min} \times k_{min,r} = 14.378,87 \times 28,96169 = 416.436,375 \text{ m}^3/\text{ano} \\ &= 0,013 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Onde,

k_{min,r} é o coeficiente de retorno de água da indústria extrativa mineral (0,10586 m³ /US\$), tido como 28,96169 m³/R\$1.000,00, conforme indicado pelo ONS (2005), e conversão em reais.

Conclusivamente, tem-se que a vazão de consumo para a mineração (Q_{min,c}, m³/s) é definida pela equação (ONS, 2005):

$$Q_{a,c} = Q_{min} - Q_{min,r} = 0,016 - 0,013 = 0,003 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.3.4.1.7 Conclusão das estimativas de demandas dos usos setoriais

Considerando as avaliações de demanda, estimadas para cada uso setorial, conforme metodologia própria para cada atividade, chegou-se ao valor final da Vazão de Consumo Total (VCT), estimada para a área de abrangência do Plano, de 0,639 m³/s.

Os usos que apresentaram as maiores estimativas de vazões de consumo foram aqueles destinados ao setor industrial, ao abastecimento público e à criação animal. Do outro lado, as menores estimativas de vazões de consumo foram observadas na mineração (não consuntivo), irrigação, e aquicultura. A síntese dos dados, com as vazões de retirada estimadas por setor usuário de água, na área de abrangência do Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, foi compilada na Tabela 135.

Tabela 135 - cenário das vazões de retirada estimadas por setor usuário de água, na Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro.

ATIVIDADE	VAZÃO DE CONSUMO (m ³ /s)	%
Abastecimento Público (Pop. urbana e rural)	0,157	23,57
Aquicultura	0,076	11,89
Criação animal	0,112	17,53
Industrial	0,261	40,85
Irrigação	0,030	4,69
Mineração	0,003	0,47
TOTAL	0,639	100

4.3.4.1.8 Comparação entre as demandas cadastradas e estimadas

A partir dos valores de demandas de uso de água cadastradas na área do plano, e estimadas conforme o setor usuário, provenientes de dados secundários, pode-se

constatar que a vazão estimada, de 0,396 m³/s, é bastante inferior à cadastrada e validada (aprovadas e não avaliadas), que totalizou 5,233 m³/s, até novembro de 2018. Ou seja, a superação atingiu proporção de mais de 8 vezes, o que permite que se obtenham algumas conclusões.

A primeira, diz respeito a necessidade de atualização, correção e complementação de cadastros de usuários de água na bacia hidrográfica, a fim de que se atinjam as metas de cadastramento, bem como, dados de maior confiabilidade.

Isso porque, por exemplo, caso se desconsidere a unidade cadastrada na UG8, que utiliza 4,110 l/s para irrigação, valor bem distante da média de retirada para exercício da atividade, cuja permanece passível de avaliação, e tende à reprovação, a vazão total cadastrada passa a ser de 1,123 m³/s, valor muito mais próximo à vazão de consumo estimada, ou seja, representando melhor a realidade do cenário de uso de águas da bacia hidrográfica.

Diante dos dados calculados, também foi possível diagnosticar quais setores usuários apresentam maior fragilidade, e carecem de complementação ou correção no CEURH. A Tabela 136 demonstra a síntese das demandas estimadas, em comparação às demandas cadastradas, de acordo com o setor usuário.

Tabela 136 - comparativo entre os dados das demandas hídricas estimadas e cadastradas no CEURH validadas.

ATIVIDADE	VAZÃO DE CONSUMO ESTIMADA (m ³ /s)	VAZÃO CADASTRADA (APROVADA+NÃO AVALIADA) (m ³ /s)
Abastecimento Público	0,157	0,354
Aquicultura	0,076	0,007
Criação animal	0,112	0,292
Industrial	0,261	0,274
Irrigação	0,030	4,300
Mineração	0,003	0,006
TOTAL	0,639	5,233

Os valores de vazão estimados e cadastrados permitem concluir que a atividade de aquicultura é a única que dispõe de vazões cadastradas em volumes abaixo daqueles

estimados para o consumo atual de água dentro da bacia hidrográfica. Ou seja, esta atividade requer intensificação nas ações de divulgação do cadastro do usuário, acompanhamento para garantia da efetividade do aumento do número de cadastros, e verificação da confiabilidade dos dados fornecidos.

Do contrário, a vazão cadastrada para o abastecimento público (urbano e rural) superou em mais do que o dobro a vazão de consumo estimada, conforme a população residente na área do plano. Essa discrepância indica alerta para a possibilidade de outras atividades estarem sendo supridas pela água proveniente do abastecimento público. É recorrente que o uso industrial vala-se de tal suprimento. Por isso, identifica-se a necessidade de abordagem aos representantes de setores industriais, bem como àqueles de outras atividades usuárias, visando informar sobre a indispensabilidade de realização de cadastro próprio, a fim de elucidar o problema.

Na mesma tendência, a captação de água para a atividade de criação animal também superou a estimada para o rebanho quantificado pelo IBGE, na área de abrangência da bacia hidrográfica. Este fato foi movido principalmente pela captação ocorrente na UG6, que destaca-se em valores de vazão, se comparada às demais.

A atividade de irrigação apresentou valor atípico de captação cadastrada, superando drasticamente a vazão de retirada estimada. Em análise ao banco de dados do CEURH, observa-se que há um único cadastro, dentro da UG8, que extrapola demasiadamente os valores médios de vazão para o desenvolvimento da atividade. Como tal cadastro ainda não foi avaliado, é bastante provável que seja reprovado e descartado, devido a erros de preenchimento. Caso este seja de fato eliminado, a vazão sofrerá alteração, e caberia nova análise sobre os valores atualizados, para prognóstico de ações e melhorias aplicáveis aos cadastros do setor.

A vazão cadastrada para uso na mineração excedeu o dobro da vazão de consumo estimada, contudo, a variação foi de apenas 0,003 m³/s. Da mesma forma, o setor industrial apresentou proximidade de valores entre a vazão total cadastrada e a consumida estimada, com diferença de apenas 0,013 m³/s.

Outra análise possível, pode ser feita com base no comparativo das vazões estimadas apenas com aquelas correspondentes aos cadastros aprovados, conforme a Tabela 137.

Tabela 137 - comparativo entre os dados das demandas hídricas estimadas e cadastradas no CEURH aprovadas.

ATIVIDADE	VAZÃO DE CONSUMO ESTIMADA (m ³ /s)	VAZÃO CADASTRADA (APROVADA) (m ³ /s)
Abastecimento Público	0,157	0,021
Aquicultura	0,076	0,000
Criação animal	0,112	0,005
Industrial	0,261	0,066
Irrigação	0,030	0,004
Mineração	0,003	0,000
TOTAL	0,639	0,096

Por esse outro ponto de vista, identifica-se que assim como estimado na demanda, os usos industriais e para abastecimento humano tem se sobressaído aos demais, no que tange à quantidade de água utilizada, com vazões aprovadas de 0,066 m³/s e 0,021 m³/s, respectivamente.

Contudo, observa-se que como as demandas cadastradas e aprovadas apresentam valores inferiores aos estimados, em 100% dos usos, reiteradamente conclui-se pela necessidade de intensificação dos cadastros e análises, com prioridade aos setores de mineração e aquicultura, os quais sequer possuem cadastros aprovados, e o de abastecimento público e industrial, pela discrepância entre os dados.

Ressalta-se sobre o uso industrial, que apresenta diferença de 0,195 m³/s entre o estimado e aprovado, como já constatado, parte das indústrias da área de abrangência do Plano podem ser na verdade consumidoras e não usuárias de água. Outro fator identificado, que contribui para a defasagem entre os valores estimados e cadastrados

é que algumas indústrias encontram-se cadastradas equivocadamente dentro da categoria de outros usos, no CEURH.

4.3.5 Cenário Atual, Futuro e Formulação do Balanço Hídrico

O cenário hídrico atual da bacia, corresponde àquele resultante da relação entre as vazões naturais, e as demandas hídricas aprovadas, disponíveis no Sistema CEURH/SC. De outro lado, o cenário futuro é composto pelos valores do cenário atual, com adição dos cadastros cujo parecer ainda não foi concluído, ou seja, as unidades classificadas como não avaliadas.

4.3.5.1 Águas Superficiais

A Portaria da SDS nº 36, de 29 de julho de 2008, juntamente à Portaria da SDS nº 51, de 02 de outubro de 2008, tratam dos critérios de natureza técnica para outorga de direito de uso de recursos hídricos para captação de água superficial, em rios de domínio do Estado de Santa Catarina. Tal normativa, é o instrumento legal que determina que para a análise de disponibilidade hídrica para captações ou derivação de cursos d'água de domínio do Estado de Santa Catarina, será adotada, como vazão de referência, a Q_{98} (vazão de permanência por 98% do tempo). Não obstante, também define que a vazão outorgável será equivalente a 50% da vazão de referência, e que o limite máximo individual para usos consuntivos a ser outorgado na porção da bacia hidrográfica limitada por cada seção fluvial considerada, é fixado em 20% da vazão outorgável, podendo ser excedido até o limite de 80% da vazão outorgável quando a finalidade do uso for para consumo humano, desde que seu uso seja considerado racional.

A vazões máximas outorgáveis, em cada UG, definidas conforme atendimento às normativas, constam descritas na Tabela 138 e Tabela 139, e devem ser objeto de comparação com 50% da Q_{98} .

Tabela 138 – vazões máximas outorgáveis em cada Unidade de Planejamento, conforme as Portarias SDS nº 36 e 51 de 2008, em relação a vazão máxima de cadastros aprovados.

Unidade de Planejamento	20% - Vazão Outorgável (l/s)	50% - Vazão Outorgável (l/s)	80% - Vazão Outorgável (l/s)	Qm Aprovados
UG1	156,70	391,75	626,81	--
UG2	993,76	2.484,40	3.975,04	79,07

UG3	153,10	382,75	612,39	0,67
UG4	650,01	1.625,02	2.600,03	0,32
UG5	307,55	768,89	1.230,22	0,2
UG6	696,46	1.741,14	2.785,82	4,47
UG7	742,67	1.856,69	2.970,70	--
UG8	685,45	1.713,63	2.741,80	--

Tabela 139 - vazões máximas outorgáveis em cada Unidade de Planejamento, conforme as Portarias SDS nº 36 e 51 de 2008, em relação à vazão máxima de cadastros aprovados e não avaliados.

Unidade de Planejamento	20% - Vazão Outorgável (l/s)	50% - Vazão Outorgável (l/s)	80% - Vazão Outorgável (l/s)	Qm Aprovados + Não avaliados
UG1	156,70	391,75	626,81	92,62
UG2	993,76	2.484,40	3.975,04	209,78
UG3	153,10	382,75	612,39	19,30
UG4	650,01	1.625,02	2.600,03	142,16
UG5	307,55	768,89	1.230,22	4,28
UG6	696,46	1.741,14	2.785,82	283,32
UG7	742,67	1.856,69	2.970,70	381,45
UG8	685,45	1.713,63	2.741,80	4.338,14

As vazões máximas outorgáveis oscilam em razão dos cadastros definidos em cada UG. No que se refere às vazões máximas aprovadas, foi unânime o atendimento, visto que todas apresentaram valores aprovados abaixo da vazão outorgável de 50% da Q98. Inclusive, em algumas UGs não foram apresentados cadastros aprovados.

Por outro lado, no que tange às vazões máximas aprovadas, somadas àquelas pendentes de avaliação, conforme os quantitativos de demanda dos cadastros de usuários, a UG8 foi a única que apresentou valores superiores à vazão máxima outorgável ou seja, apresenta cenário de estresse hídrico, devido principalmente à discrepância de um cadastro de usuário de irrigação, que responde sozinho por mais de 4 mil l/s.

A disponibilidade hídrica do conjunto de bacias hidrográficas do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro, com base nas vazões máximas outorgáveis em comparativo com a demanda hídrica atual e estimada, encontra-se disposta na Tabela 140.

Tabela 140 – vazões máximas outorgáveis em comparativo com a demanda hídrica atual e estimada da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro.

Dados cadastrados	Vazão outorgável 50% Q98 (l/s)	Demanda hídrica atual (l/s)	Demanda hídrica estimada (l/s)	Parecer
Cenário atual (aprovados)	10.964,258	84,73	639,00	NORMAL
Cenário futuro (aprovados + não avaliados)		5.471,05		

É importante ressaltar que a área objeto deste plano, abrange bacias hidrográficas independentes, e contíguas, cuja característica comum é que todas são contribuintes do rio Negro, o qual não é contemplado na íntegra por este estudo. Apenas as UGs 2, 4 e 7 são independentes. Ou seja, a tabela apresenta apenas um comparativo, para fins de análise geral de todo o território abrangido pelo plano, devendo-se ponderar cada UG, de acordo com os resultados calculados e estimados para estas.

Para fins de diagnóstico hídrico, não foram utilizados os cadastros reprovados, bem como, salienta-se que a contribuição das demandas hídricas pendentes de avaliação, se confirmadas, serão responsáveis por aumentar em 6.457,04% a demanda hídrica da bacia hidrográfica. Dessa forma, em análise ao cenário futuro, embasado pelos dados cadastrados, conclui-se que a bacia hidrográfica não atingirá sua capacidade outorgável.

4.3.5.2 Águas Subterrâneas

Os critérios de natureza técnica para outorga de direito de uso de recursos hídricos subterrâneos no Estado de Santa Catarina ainda estão em fase de normatização, mas podem ser regidos pela minuta da Resolução CERH nº 03 de 14 de agosto de 2014.

De acordo com o art. 1º da Resolução CERH nº 03, a análise da disponibilidade hídrica para captações subterrâneas deverá atender a NBR 12.244, prever testes de bombeamento e respeitar a potencialidade e capacidade específica do aquífero.

Na

Tabela 141 estão resumidos os valores de demandas hídricas subterrâneas registradas no CEURH/SC.

Tabela 141 – vazões subterrâneas disponíveis em cada Unidade de Planejamento, em relação a vazão máxima de cadastros aprovados.

Unidade de Planejamento	Vazão Disponível (l/s)	Qm Aprovados	Qm Aprovados + Não avaliados
UG1	0,56	0,22	6,88
UG2	0,66	2,72	147,36
UG3	0,54	0,58	1,92
UG4	0,63	5,34	53,15
UG5	0,97	2,63	24,73
UG6	0,97	2,04	92,05
UG7	0,67	0,45	56,32
UG8	0,81	1,60	8,86

As vazões máximas outorgáveis foram consideradas as médias obtidas pela disponibilidade. Em virtude da baixa disponibilidade encontrada, somente a UG1 e a UG7 estão em situação de atendimento as demandas de vazões máximas aprovadas.

Por outro lado, no que tange às vazões máximas aprovadas, somadas àquelas pendentes de avaliação, conforme os quantitativos de demanda dos cadastros de usuários, todas as unidades apresentaram cenário de estresse hídrico.

4.3.5.3 Balanço Hídrico

O balanço entre disponibilidade e demanda de recursos hídricos nas oito UGs foi realizado mediante a análise da razão entre a vazão de retirada para os usos consuntivos e a disponibilidade hídrica, por meio das vazões de referência (Q_{95} , Q_{98} e 50% da Q_{98}).

As faixas de classificação adotadas para este índice foram as mesmas utilizadas pela *European Environment Agency* e Nações Unidas, que utilizam o índice de retirada de água ou *water exploitation index*, que é igual ao quociente entre a retirada total anual e a vazão média de longo período. As classificações adotadas são as seguintes, consideradas adequadas para o caso brasileiro (ANA, 2013):

Tabela 142 - faixas de classificação adotadas para este índice foram as mesmas utilizadas pela *European Environment Agency* e Nações Unidas.

Valoração	Porcentagem	Descrição
Excelente	< 5%	Pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento é necessária. A água é considerada um bem livre;
Confortável	5 a 10%	Pode ocorrer necessidade de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento;
Preocupante	10 a 20%	A atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos médios;
Crítica	20 a 40%	Exige intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos;
Muito Crítica	> 40%	Exige intensa atividade de gerenciamento, grandes investimentos, e possível necessidade de racionamento hídrico;

Esse indicador reflete a situação real de utilização dos recursos hídricos e permite avaliar quão relevante é a estrutura de gestão requerida na bacia hidrográfica. Quanto mais alto o índice, maior a complexidade da gestão requerida, e desta forma a Etapa E do Plano de Bacia deve ser articulada com tal visão estratégica.

Ressalva-se que somente a UG2, UG4 e UG7 são bacias com apenas um exutório, as demais são várias bacias contíguas que desembocam ao longo do Rio Negro. Ou seja, o balanço hídrico apresentado, elucida apenas um comparativo para fins de análise geral de todo o território abrangido pelo plano em sua Etapa C. Posteriormente cada UG será detalhada ao nível de Ottobacias para um cálculo individualizado dentro do SADPLAN.

A Tabela 143 apresenta os resultados quantitativos dos balanços hídricos superficiais por UG, enquanto que as Figuras 168, 169 e 170 apresentam a espacialização dos resultados no ambiente do cenário atual em análise.

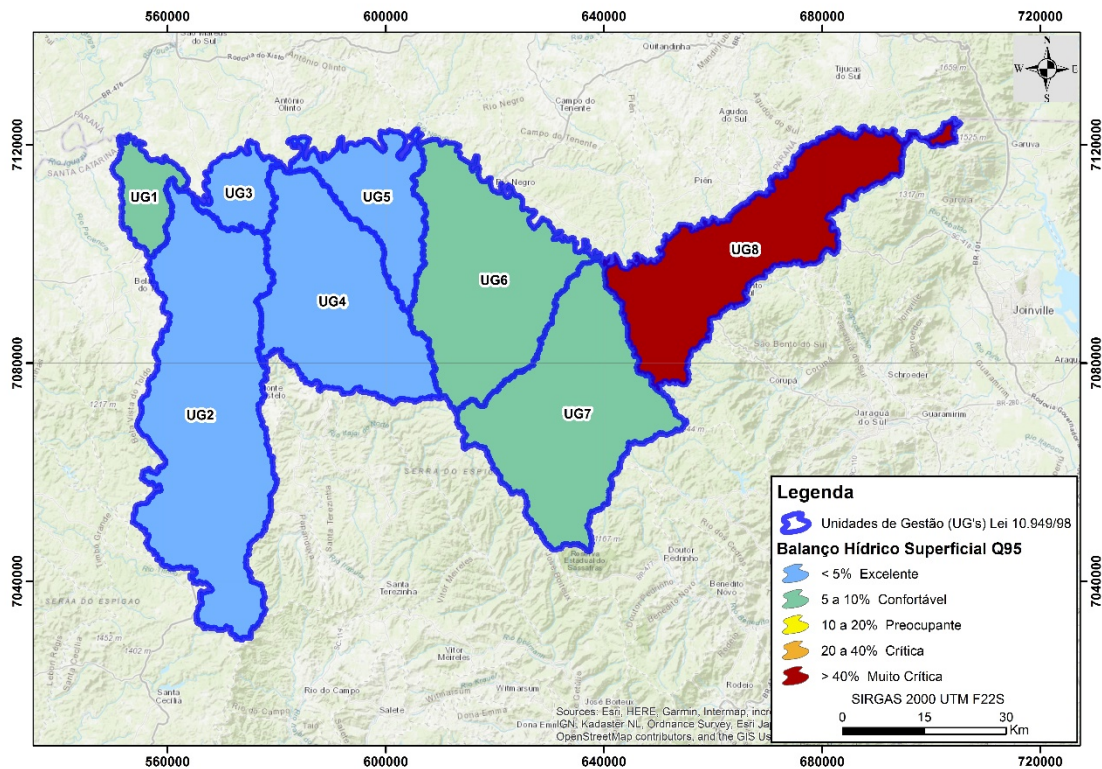
Tabela 143 – balanço hídrico superficial.

Unidades de Gestão	Balanço Hídrico Quantitativo Superficial (%)		
	(VRT/Q ₉₅) X 100	(VRT/Q ₉₈) X 100	(VRT/50%Q ₉₈) X 100
UG1	8,62	11,82	23,64
UG2	2,99	4,10	8,20
UG3	1,84	2,52	5,04
UG4	3,19	4,37	8,75
UG5	0,20	0,28	0,56
UG6	5,93	8,14	16,27
UG7	7,49	10,27	20,54
UG8	92,29	126,58	253,16

Com relação ao balanço hídrico efetuado para a vazão de referência Q95, pode-se observar que os enquadramentos quantitativos, oscilaram entre as classificações excelente e confortável, a muito crítica. Conforme padrão espacial disposto na

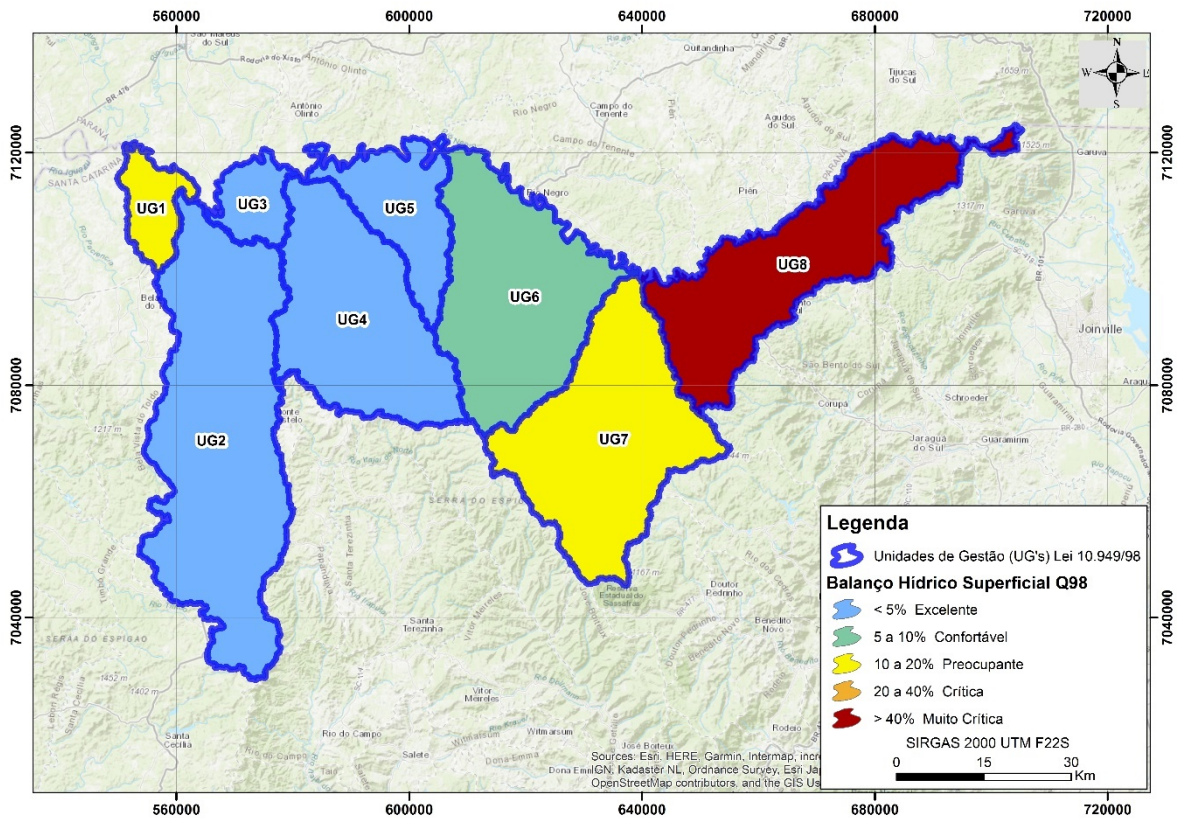
Figura 168, identifica-se que os índices mais amenos localizam-se na porção oeste da bacia hidrográfica, compreendendo a maior parte das UGs, com exceção da UG8, a qual apresentou cenário muito crítico. Por isso, conclui-se que a Q95 foi a que apresentou índices mais praticáveis, dentre as demais vazões de referência.

Figura 168 – resultado do balanço quantitativo por UG, considerando a vazão de referência Q_{95} (Cenário Atual).



Por outro lado, no que se refere ao balanço hídrico para a vazão de referência Q_{98} , pode-se constatar através dos dados quantitativos, que houve variação de classificação das UGs de excelente e confortável, a preocupante e muito crítica, cenário já mais comprometido que o anterior. Em espacialização na Figura 169, verifica-se que as UGs mais comprometidas, UG7 e UG8, aparecem dispostas na região leste, próximas à região litorânea, bem como, na UG1, no extremo oeste da bacia hidrográfica, ao passo que aquelas que apresentam situação mais branda, concentram-se na porção centro-oeste.

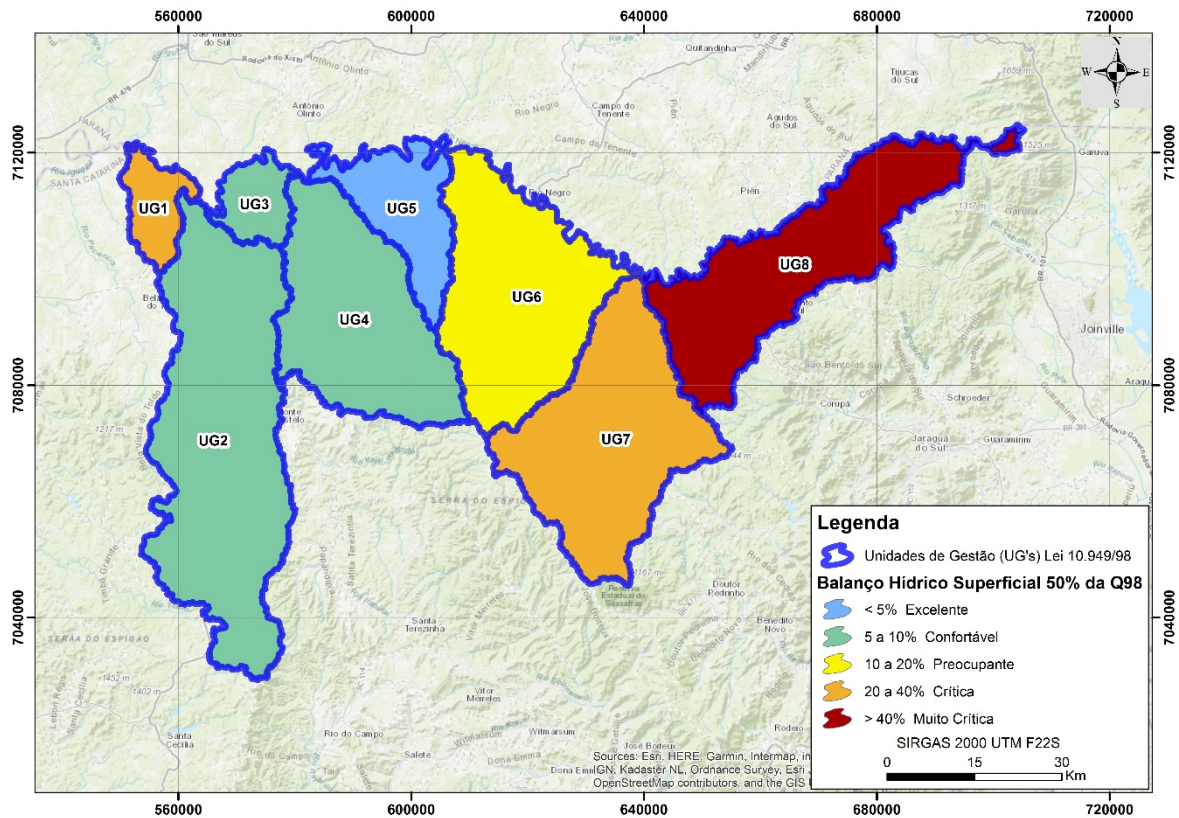
Figura 169 – resultado do balanço quantitativo por UG, considerando a vazão de referência Q_{98} (Cenário Atual).



Por último, em estudo aos resultados do balanço hídrico para a vazão de referência de 50% da Q_{98} , nota-se piora significativa dos índices classificatórios, com apenas a UG5 mantendo padrão de excelência, enquanto que as UGs 2, 3 e 4 evoluíram para a classe confortável, a UG6 para preocupante, a UG1 e UG7 para crítica, e a UG8 permaneceu desde o primeiro cenário como muito crítica.

Através da Figura 170, ficou ainda mais evidente a tendência de comprometimento da bacia hidrográfica no sentido interior-litoral, decrescendo desde a UG4, até a UG8. Como anteriormente destacado, o limite extremo oeste, onde fica o Município de Canoinhas, representado pela UG1, também demonstra maior nível de estresse hídrico, se comparado à região central

Figura 170 – resultado do balanço quantitativo por UG, considerando a vazão de referência de 50% da Q_{98} (Cenário Atual).



A partir disso, nota-se que alguns fatores, principalmente quando combinados, contribuem para que se atinjam tais graus de criticidade, dentre os determinantes, estão a alta densidade populacional, como no caso da UG1, UG6, UG7 e UG8, que abrigam os centros urbanos dos Municípios de Canoinhas, Mafra/Itaiópolis, Rio Negrinho e São Bento do Sul/Campo Alegre, respectivamente, a irrigação de culturas agrícolas, como na UG8 e UG7, além do uso industrial na UG2 e a criação animal na UG6.

Destaca-se que a UG8 apresenta situação muito crítica, independentemente da vazão de referência utilizada. E em relevante posição, por motivos contrários, a UG5 foi a única que se manteve em classificação excelente, em todos os cenários testados, mostrando-se em condição regulada quanto à hidrologia.

4.3.6 Diagnóstico da Qualidade da Água

Este item do Plano de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do rio Canoinhas e afluentes catarinenses do rio Negro apresenta resultados e informações relacionados aos parâmetros físico-químicos e biológicos das águas da bacia hidrográfica. Os dados foram obtidos de diversas fontes, devido à inexistência de uma rede de monitoramento qualitativo satisfatória, do ponto de vista espacial e temporal.

4.3.6.1 Fontes de Poluição

A partir dos levantamentos realizados para a composição dos dados secundários de qualidade da água, foram encontradas as seguintes referências: 1 - Estações da Rede Hidrometeorológica Nacional (ANA); 2 – Atlas Esgoto (ANA); 3 - Relatórios de qualidade de água das concessionárias de abastecimento de água; 4 – Dados de pesquisas acadêmicas (Dissertações, Teses, Artigos Científicos); 5 – Estudos de Impacto Ambiental (IMA-SC); 6 – Outros monitoramentos.

Os resultados das análises das águas foram comparados com os limites estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), para corpos de água doce classe 2, os quais são destinados aos seguintes usos: abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e à atividade de pesca. Os parâmetros de qualidade da água para esta classe são apresentados a seguir.

- Não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.
- Materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- Óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- Substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

- Não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;
- Resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;
- Coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;
- DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O₂;
- OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O₂;
- Turbidez: até 100 UNT;
- Cor verdadeira: até 75 mg Pt/L
- pH: 6,0 a 9,0.

4.3.6.2 Estações de Monitoramento

Nos limites da bacia hidrográfica do rio Canoinhas e rio Negro são encontradas duas estações da ANA (Agência Nacional de Águas) que realizam o monitoramento qualitativo de águas fluviais, através das estações 65094500, no rio Preto, município de Mafra e 65180000, no rio Canoinhas, município de Major Vieira.

Tabela 144 – localização e descrição das estações fluviais da ANA

Código	Coordenadas UTM	Município	Localização	Descrição
65094500	638.053 X 7.101.709 Y	Mafra	Rio Preto	Avencal
65180000	571.020 X 7.082.900 Y	Major Vieira	Rio Canoinhas	Salto Canoinhas

Fonte: Adaptado de ANA (2018).

A frequência e o intervalo de tempo das amostragens nas duas estações são distintas, não ocorrendo um padrão de amostragem, sendo que o ano de início das coletas na estação 65094500 foi 1984, enquanto que a estação 65180000 é monitorada desde o ano de 1977. O número total de coletas é de 79 para a estação 65094500 e 70 para a estação 65180000.

Os dados obtidos nas planilhas de monitoramento dos dois pontos são compostos pelos seguintes parâmetros: Temperatura, pH, Cor, Turbidez, Condutividade Elétrica, Dureza Total, DQO (Demanda química de oxigênio), DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), Oxigênio Dissolvido, Sólidos Totais, Sólidos Suspensos Totais, Sólidos Dissolvidos Totais, Alcalinidade HCO_3 , Cloretos, Fosfato Total, Nitrogênio Total, Nitrogênio Amoniacal, Nitratos, Nitritos, Cádmio, Chumbo, Mercúrio, Fenóis, Coliformes Totais, Coliformes Fecais, Óleos e Graxas, Alcalinidade Total, Ortofosfato Total, Nitrogênio Orgânico, Ferro Total, Descarga Líquida, Fósforo Total e Nitrogênio Kjeldahl Total. O parâmetro Alcalinidade HCO_3 não foi medido na estação 65180000.

A análise estatística ocorreu por meio de métodos da estatística descritiva, utilizando informações como média, máximo, mínimo, contagem, desvio padrão e frequência. Esta última descrevendo a contagem de amostragens fora dos parâmetros estabelecidos.

Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, o parâmetro pH deve estar entre 6,0 e 9,0 para águas doces. A estação do rio Preto registrou média de 7,11, com poucas ocorrências fora desse limite legal. O ponto no rio Canoinhas teve média superior de 7,25, apenas com uma medição acima do limite superior (12,12). Ambos os pontos apresentaram valores de pH dentro dos valores preconizados, conforme exposto na Tabela 145 e Tabela 146.

Para a turbidez, o limite máximo permitido é de 100 UNT. A estação 65094500, no rio Preto, obteve uma média de 12,97 UNT, com máxima de 43,00 UNT, atendendo, portanto, o limite preconizado em todas as datas. Na estação do rio Canoinhas a média foi de 33,74 UNT, entretanto cinco medições indicaram valor de turbidez acima do permitido, com uma máxima de 140 UNT (Tabela 145 e Tabela 146.).

A cor é outro parâmetro analisado nos dois pontos, possuindo um valor máximo permitido de 75 mg Pt/L. No rio Preto a média é de 44,5 mg Pt/L e o máximo de 98 mg

Pt/L, sendo esta a única medição acima do valor permitido. Para o rio Canoinhas, seis das dez medições não atenderam o parâmetro para corpos d'água classe 2, alcançando média de 118,4 mg Pt/L e máximo de 250,0 mg Pt/L (Tabela 145 e Tabela 146.).

O limite estabelecido para a DBO 5 dias a 20°C é de até 5 mg/L. Na estação de monitoramento do rio Preto este parâmetro alcançou uma concentração média de 2,70 mg/L, com valor máximo de 10 mg/L. Quatro amostragens ficaram fora do permitido, de um total de 57. No ponto de coleta do rio Canoinhas, este parâmetro obteve média e máxima de, respectivamente, 2,76 mg/L e 12,70 mg/L. A DQO não possui limites estabelecidos dentro da Resolução CONAMA nº 357/2005, mas tem seus valores apresentados na Tabela 145 e Tabela 146 juntamente com a DBO.

O oxigênio dissolvido tem um limite de concentração não inferior a 5 mg/L O₂. Os dois pontos apresentam médias acima deste valor, com um baixo número de coletas em não conformidade, e valores mínimos de 2,8 mg/L O₂ e 4,9 mg/L O₂, nos rios Canoinhas e Preto, respectivamente, como mostrado na Tabela 145 e Tabela 146.

Tabela 145 – resultado da análise estatística descritiva para a estação ANA 65180000 (pH, Condutividade Elétrica, OD, Temperatura, Turbidez, Cor, DQO e DBO).

Estatística	pH	Cond. Elétrica (µScm)	Temperatura (°C)	Turbidez (UNT)	Cor (mg Pt/L)	OD (mg/L)	DQO	DBO
Média	7,26	49,17	17,06	33,74	118,4	7,21	11,95	2,76
Mínimo	5,8	3,72	8	5	57	2,8	4	0,5
Máximo	12,12	100	26	140	250	9,68	40,5	12,7
Desvio Padrão	0,69	19,55	4,13	33,81	72,67	1,46	6,92	2,31
Contagem	68	48	58	52	10	53	41	48
Contagem não constante	2	N.E*.	N.E*.	5	6	3	N.E*.	5

*Padrão de qualidade de água não estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/2005

Tabela 146 – resultado da análise estatística descritiva para a estação ANA 65094500 (pH, Condutividade Elétrica, OD, Temperatura, Turbidez, Cor, DQO e DBO).

Estatística	pH	Cond. Elétrica (µScm)	Temperatura (°C)	Turbidez (UNT)	Cor (mg Pt/L)	OD (mg/L)	DQO	DBO
Média	7,11	37,54	18,86	12,97	44,5	8,35	9,44	2,71
Mínimo	5,2	16	10	1,7	25	4,9	1,00	1,00
Máximo	8,03	142	50	43	98	10,44	21,50	10,00
Desvio Padrão	0,57	19,16	5,46	9,56	20,47	1,037	4,89	2,10
Contagem	76	54	67	62	10	65	47,00	57,00
Contagem não constante	6	N.E.	N.E.	0	1	2	N.E.	4

*Padrão de qualidade de água não estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/2005

Como descrito anteriormente, foram analisadas também concentrações de metais pesados nas duas estações de monitoramento. Para o parâmetro Cádmiu, de valor máximo 0,001 mg/L, foram realizadas seis amostras em cada uma das estações, sendo que em todas as análises este elemento não foi detectado (Tabela 147 e

Tabela 148).

O chumbo, segundo a resolução citada anteriormente, possui valor máximo permitido de 0,01mg/L. No ponto de coleta no rio Canoinhas, este elemento não foi detectado, enquanto que no ponto do rio Preto, a média foi de 0,0028 mg/L, com uma concentração máxima de 0,02, sendo esta a única das sete análises fora do permitido (Tabela Tabela 147 e

Tabela 148).

Em relação ao mercúrio, no ponto de coleta no rio Canoinhas, este elemento não foi detectado. No rio Preto, foram realizadas sete amostragens deste parâmetro, e em apenas uma delas foi encontrada concentração de mercúrio (0,02 mg/L), sendo que o valor máximo permitido é de 0,0002 mg/L (Tabela 147 e

Tabela 148).

O ferro, na forma de ferro total, medido em uma campanha de amostragem em cada um dos pontos, não possui limite máximo conforme a resolução CONAMA nº 357/2005. Esta resolução apresenta apenas limite para o ferro dissolvido (0,3 mg/L), o qual não foi medido nos dois rios. Para ferro total as concentrações foram de 2,41 mg/L e 0,8 mg/L, sendo estes resultados mostrados na Tabela 147 e

Tabela 148.

Foram medidos ainda os parâmetros biológicos Coliformes Totais e Coliformes Fecais ou termotolerantes, sendo este último previsto na resolução CONAMA nº

357/2005, com valores máximos definidos de acordo com o uso do corpo d'água, sendo o limite definido 1.000 NMP/100 ml. Considerando este limite, ambos os pontos de monitoramento possuem análises em não conformidade com a legislação. No rio Preto a média é de 3673,48 NMP/100 ml, enquanto que o máximo foi de 23.000 NMP/100 ml (

Tabela 148). A média no rio Canoinhas foi superior, chegando a 24.662,83 NMP/100 ml, com valor máximo de 340.000 NMP/100 ml (Tabela 147).

Tabela 147 – resultado da análise estatística descritiva para a estação ANA 65180000 (Cádmio, Chumbo, Mercúrio, Ferro, Coliformes Totais e Coliformes Fecais).

Estatística	Cádmio (mg/L)	Chumbo (mg/L)	Mercúrio (mg/L)	Ferro Total (mg/L)	Coliformes Totais (NMP/100ml)	Coliformes fecais (NMP/100ml)
Média	0	0	0	2,41	139376,30	24662,83
Mínimo	0	0	0	2,41	110	7
Máximo	0	0	0	2,41	1600000	340000
Desvio Padrão	0	0	0	0	415665,43	69160,90
Contagem	6	6	6	1	27	23
Contagem não constante	0	0	0	N.E.	N.E.	13

*Padrão de qualidade de água não estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/2005

Tabela 148 – resultado da análise estatística descritiva para a estação ANA 65094500 (Cádmio, Chumbo, Mercúrio, Ferro, Coliformes Totais e Coliformes Fecais).

Estatística	Cádmio (mg/L)	Chumbo (mg/L)	Mercúrio (mg/L)	Ferro Total (mg/L)	Coliformes Totais (NMP/100ml)	Coliformes fecais (NMP/100ml)
Média	0	0,0028	0,0028	0,8	7639,55	3673,48
Mínimo	0	0	0	0,8	1,4	1
Máximo	0	0,02	0,02	0,8	30000	23000
Desvio Padrão	0	0,0070	0,0070	0	8564,47	6042,20
Contagem	6	7	7	1	41	33
Contagem não constante	0	1	1	N.E.	N.E.	15

*Padrão de qualidade de água não estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/2005

Os fenóis, com limite máximo permitido de 0,003 mg/L (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina), foram medidos nos dois pontos de monitoramento. No rio Preto (média de 0,015 mg/L) metade das análises superaram o limite estabelecido (Tabela 149). No rio Canoinhas, das quatro amostragens, uma ultrapassou o valor de 0,003 mg/L, conforme mostrado na Tabela 150.

O fósforo, medido nas duas estações fluviométricas, possui limite máximo de 0,1 mg/L para ambientes lóticos. As duas estações apresentaram valores acima do permitido, sendo que o rio Canoinhas possui média de 0,24 mg/L e máxima de 1,4 mg/L acima do permitido, de acordo com a Tabela 149. Para o rio Preto, estes valores são de 0,13 mg/L e 0,9 mg/L, média e máxima, respectivamente (Tabela 150).

De acordo com a resolução utilizada, o valor máximo para o nitrogênio amoniacal é dependente do pH, sendo 3,7 mg/L, para $\text{pH} \leq 7,5$; 2,0 mg/L, para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$; 1 mg/L, para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$; e 0,5 mg/L, para $\text{pH} > 8,5$. Desta maneira, todos as 18 análises deste parâmetro no rio Preto atenderam estes limites, com média de 0,067 mg/L (Tabela 150). No rio Canoinhas foram realizadas 16 amostragens, sendo que destas apenas uma alcançou concentração fora do limite preconizado, quando atingiu uma máxima de 17,7 mg/L no ano de 1995.

Em relação aos nitratos e nitritos, seus valores máximos permitidos são de 10,0 e 1,0 mg/L. Considerando estes valores, em ambos os pontos de monitoramento, todos

os resultados estiveram abaixo do limite estabelecido, com máximas para nitrato de 1,23 mg/L e 3,95 mg/L e para nitrito de 0,01 mg/L e 0,015 mg/L, para as estações do rio Preto e rio Canoinhas, respectivamente (Tabela 149 e Tabela 150).

Tabela 149 – resultado da análise estatística descritiva para a estação ANA 65180000 (Fenóis, Fósforo, Nitrogênio Amoniacal, Nitratos, Nitritos, Nitrogênio Total, Nitrogênio Orgânico e Nitrogênio Kjeldahl Total).

Estatística	Fenóis (mg/L)	Fósforo (mg/L)	Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Nitrogênio Total (mg/L)	Nitrogênio Orgânico (mg/L)	Nitrogênio Kjeldahl Total (mg/L)
Média	0,076	0,24	1,11	0,44	0,0050	0,8	0	0,30
Mínimo	0	0	0	0	0	0,01	0	0
Máximo	0,3	1,4	17,7	3,95	0,015	1,6	0	0,61
Desvio Padrão	0,13	0,38	4,28	0,94	0,0052	0,42	0	0,18
Contagem	4	12	16	17	17	13	8	9
Contagem não constante	1	4	1	0	0	N.E*	N.E*	N.E*

*Padrão de qualidade de água não estabelecido pela resolução CONAMA n° 357/2005

Tabela 150 – resultado da análise estatística descritiva para a estação ANA 65094500 (Fenóis, Fósforo, Nitrogênio Amoniacal, Nitratos, Nitritos, Nitrogênio Total, Nitrogênio Orgânico e Nitrogênio Kjeldahl Total).

Estatística	Fenóis (mg/L)	Fósforo (mg/L)	Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Nitrogênio Total (mg/L)	Nitrogênio Orgânico (mg/L)	Nitrogênio Kjeldahl Total (mg/L)
Média	0,015	0,13	0,067	0,19	0,0028	0,59	0	0,36
Mínimo	0	0,021	0	0	0	0,024	0	0,21
Máximo	0,073	0,9	1,1	1,232	0,01	2	0	0,62
Desvio Padrão	0,026	0,20	0,25	0,32	0,0041	0,41	0	0,12
Contagem	6	17	18	21	18	23	10	10
Contagem não constante	3	7	0	0	0	N.E*	N.E*	N.E*

*Padrão de qualidade de água não estabelecido pela resolução CONAMA n° 357/2005

O parâmetro dos cloretos, medidos nos dois pontos, possui valor máximo de 250 mg/L, para corpos d'água doce de classe 2. Em ambos os pontos de coleta as concentrações de cloreto estiveram abaixo do estabelecido nas duas análises realizadas,

com valores máximos de 1,96 mg/L no rio Canoinhas e 1,6 mg/L no rio Preto (Tabela 151 e Tabela 152).

O fosfato, assim como outros parâmetros, não possui valores estabelecidos para qualidade de água. No ponto de coleta do rio Canoinhas apresenta média de 0,27 mg/L, enquanto que no rio Preto apresenta média de 0,18 mg/L (Tabela 151 e Tabela 152).

Conforme a resolução CONAMA nº 357/2005, os óleos e graxas devem ser virtualmente ausentes. Foram realizadas 10 amostragens na estação do rio Canoinhas e 11 na estação do rio Preto e em todas as análises a concentração deste parâmetro esteve em desacordo com a legislação, com médias de 34,86 mg/L e 22,77 mg/L, para os rios Preto e Canoinhas, respectivamente (Tabela 151 e Tabela 152).

Para o parâmetro físico dos sólidos, apenas os sólidos dissolvidos totais possuem parâmetro de valor máximo na resolução utilizada (500 mg/L). Em cada ponto foram realizadas duas coletas, sendo que as quatro análises apresentaram valores em conformidade com o estabelecido com a estação do rio Preto apresentando concentração média de 46,0 mg/L e a estação do rio Canoinhas 71,5 mg/L (Tabela 151 e Tabela 152). A média de sólidos totais e sólidos suspensos totais é de 75,11 mg/L e 67,78 mg/L (rio Canoinhas) e 47,07 mg/L e 25,20 mg/L (rio Preto).

Tabela 151 – resultado da análise estatística descritiva para a estação ANA 65180000 (Cloretos, Fosfato, Óleos e Graxas, Sólidos Totais, Sólidos Suspensos Totais e Sólidos Dissolvidos Totais).

Estatística	Cloretos (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Óleos e graxas (mg/L)	ST (mg/L)	SST (mg/L)	SDT (mg/L)
Média	1,78	0,27	22,77	75,11	61,78	71,5
Mínimo	1,6	0	1	30	8	67
Máximo	1,96	3,8	42,4	125	150	76
Desvio Padrão	0,18	0,75	14,13	24,96	51,71	4,5
Contagem	2	29	10	36	9	2
Contagem não constante	0	0	10	N.E*	N.E*	0

*Padrão de qualidade de água não estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/2005

Tabela 152 – resultado da análise estatística descritiva para a estação ANA 65094500 (Cloretos, Fosfato, Óleos e Graxas, Sólidos Totais, Sólidos Suspensos Totais e Sólidos Dissolvidos Totais).

Estatística	Cloretos (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Óleos e graxas (mg/L)	ST (mg/L)	SST (mg/L)	SDT (mg/L)
Média	1,55	0,18505	34,86381818	47,07	25,2	46
Mínimo	1,5	0	0,002	25	5	36
Máximo	1,6	2,9	251	100	43,6	56
Desvio Padrão	0,05	0,5050457	68,73838811	20,15	15,25	10
Contagem	2	40	11	41	11	2
Contagem não constante	0	N.E*	11	N.E*	N.E*	0

*Padrão de qualidade de água não estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/2005

As duas estações de monitoramento (65180000 – rio Canoinhas e 65094500 – Rio Preto), realizam o monitoramento de alguns outros parâmetros de qualidade da água que não possuem valor máximo de referência na resolução CONAMA nº 357/2005. Estes parâmetros são: Dureza Total, Alcalinidade HCO₃, Alcalinidade Total, Ortofosfato Total e Descarga Líquida (Tabela 153 e

Tabela 154).

Tabela 153 – resultado da análise estatística descritiva para a estação ANA 65180000 (Dureza Total, Alcalinidade Total, Ortofosfato total e Descarga Líquida).

Estatística	Dureza Total (mg/L)	Alcalinidade Total (mg/L)	Ortofosfato total (mg/L)	Descarga Líquida (mg/L)
Média	13,21	13,8	0	30,6
Mínimo	9,48	6	0	5
Máximo	20	20	0	99
Desvio Padrão	3,20	4,53	0	29,08
Contagem	10	10	3	10

Contagem não constante	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
-------------------------------	------	------	------	------

Tabela 154 – resultado da análise estatística descritiva para a estação ANA 65094500 (Dureza Total, Alcalinidade HCO₃, Alcalinidade Total, Ortofosfato total, Descarga Líquida).

Estatística	Dureza Total (mg/L)	Alcalinidade HCO₃ (mg/L)	Alcalinidade Total (mg/L)	Ortofosfato total (mg/L)	Descarga Líquida (mg/L)
Média	9,81	8	9,40	0,71	40
Mínimo	7,4	8	5	0,71	11
Máximo	16,1	8	18,01	0,71	93
Desvio Padrão	3,00	0	3,44	0	27,44
Contagem	11	1	10	2	11
Contagem não constante	N.E*	N.E*	N.E*	N.E*	N.E*

*Padrão de qualidade de água não estabelecido pela resolução CONAMA n° 357/2005

Através da análise dos parâmetros físico-químicos e biológicos anteriormente descritos é possível estabelecer o Índice de Qualidade da Água (IQA) nos dois pontos de monitoramento.

No Brasil, pioneiramente a CETESB/SP, a partir de um estudo realizado em 1970 pela "National Sanitation Foundation" dos Estados Unidos, adaptou e desenvolveu o IQA - Índice de Qualidade das Águas, que incorpora 9 variáveis e seus respectivos parâmetros, considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização das mesmas para abastecimento público (CESTEB, 2004).

O IQA é particularmente sensível à contaminação pelo lançamento de esgotos, sendo um índice de referência normalmente associado à qualidade da água bruta, captada para o abastecimento público, após tratamento. Portanto, os resultados de IQA

são relativos, e devem ser interpretados levando em consideração o uso da água analisada. Por exemplo, um valor de IQA baixo pode indicar a má qualidade da água para o abastecimento, porém a mesma água pode ser utilizada sem problemas em outros usos, como a navegação ou a geração de energia, por exemplo. Apesar destas limitações, o IQA é um índice de qualidade bastante empregado no Brasil atualmente, podendo ser utilizado como referência entre diferentes corpos d'água (ANA, 2012).

Para o cálculo do IQA são necessários os parâmetros: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, DBO5, temperatura da água, nitrogênio total, fósforo total, turbidez, e resíduo total. A classificação do IQA é mostrada na Tabela 155.

Tabela 155 – classificação do IQA.

Categoria	Ponderação
ÓTIMA	79 < IQA ≤ 100
BOA	51 < IQA ≤ 79
REGULAR	36 < IQA ≤ 51
RUIM	19 < IQA ≤ 36
PÉSSIMA	19 ≤ IQA

Fonte: CETESB (2015)

Na Tabela 156 foi apresentado os resultados obtidos de IQA para as duas estações de monitoramento, demonstrando que na maioria das amostras, os dois pontos apresentam água com qualidade considerada boa, com apenas duas amostragens classificadas como regular.

Tabela 156 – Resultados do IQA para as estações 65180000 (rio Canoinhas) e 65094500 (rio Preto)

Rio Preto	Rio Canoinhas
60	54
61	57
58	44
66	55
61	63
65	49
69	61
68	56
58	
64	

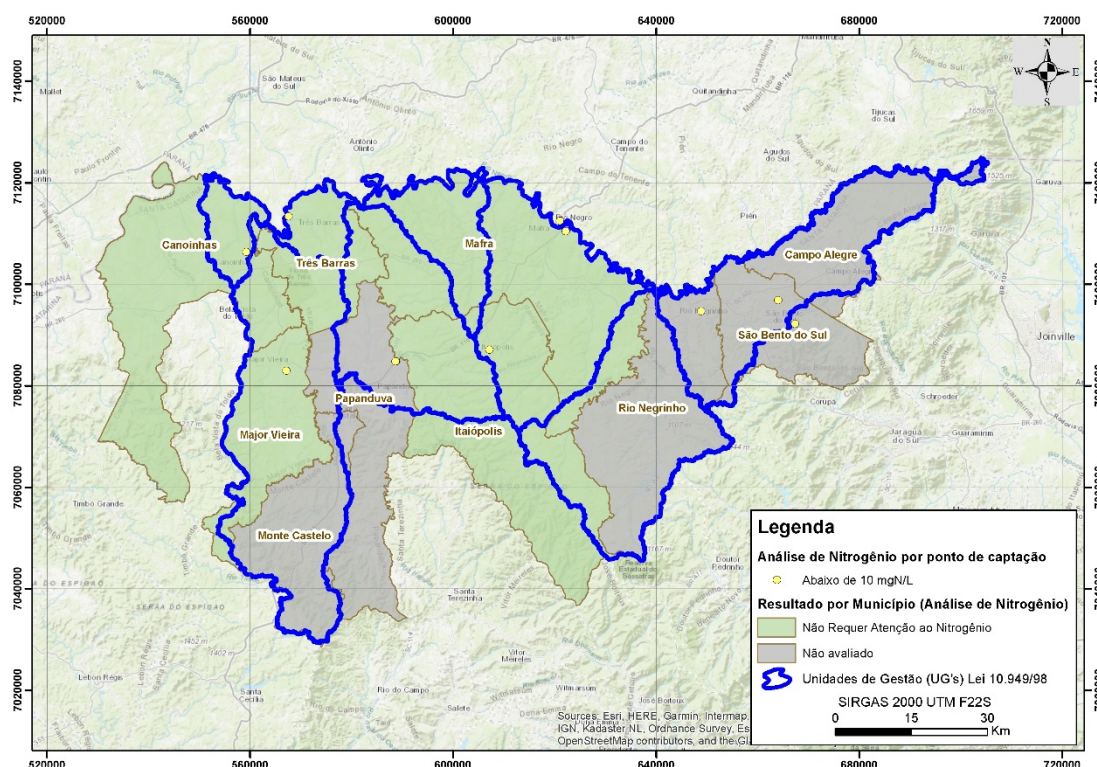
Fonte: Dos autores (2019)

4.3.6.3 Atlas de esgotos

O Atlas de Esgotos da Agência Nacional de Águas (ANA) contempla, na área de estudo, informações referentes às análises de fósforo e nitrogênio, no formato de *shapefile*.

Em relação ao nitrogênio, os resultados são referentes aos pontos de captação para abastecimento urbano. Para todos os dez pontos de monitoramento existentes, o resultado da concentração de nitrogênio esteve abaixo de 10,0 mgN/L, sendo que nenhum município requer atenção ao nitrogênio. No mapa da Figura 171 é apresentado a condição das unidades de gestão em relação a este parâmetro.

Figura 171 – resultados das análises de nitrogênio por município e por ponto de captação.

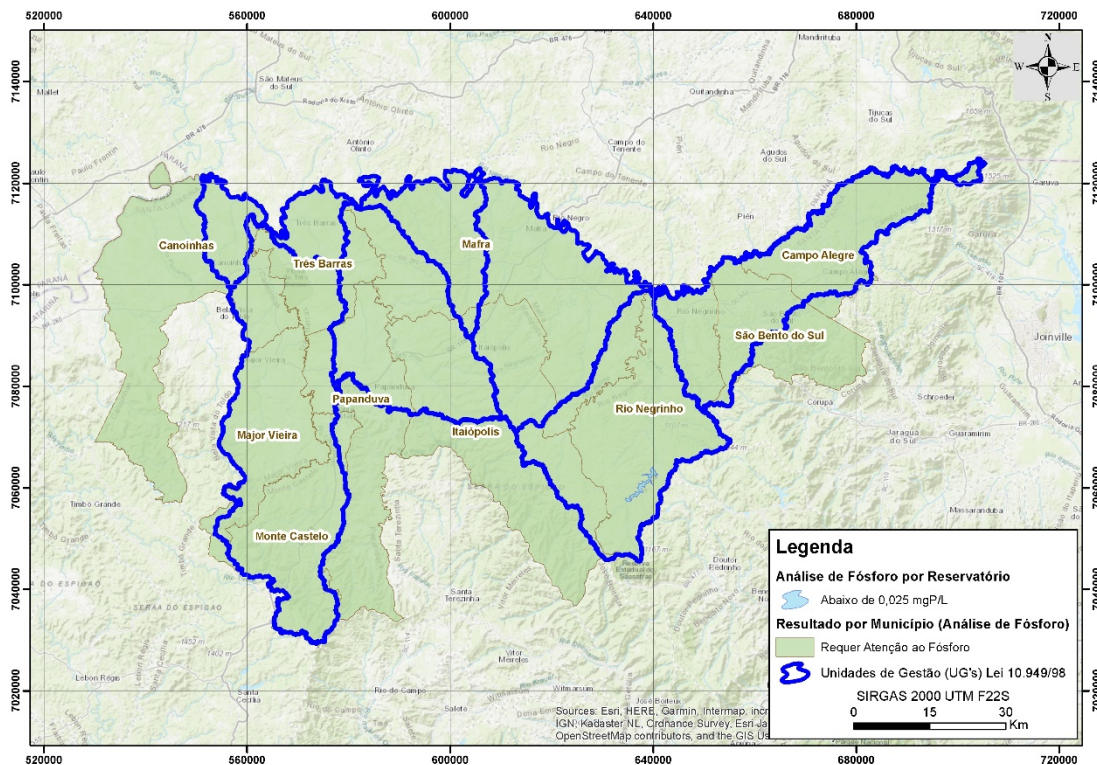


Para o fósforo, os dados do Atlas de Esgotos mostram que, em relação a reservatórios de água, apenas uma análise foi realizada, sendo esta em um reservatório no rio Preto, no município de Rio Negrinho. Tal análise demonstrou que a concentração

de fósforo neste local está abaixo de 0,025 mgP/L, atendendo ao limite estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/2005 para ambientes intermediários.

A análise por município revelou que todos os municípios abrangidos pela bacia do rio Canoinhas requerem atenção a este parâmetro (Figura 172).

Figura 172 – resultados das análises de fósforo por município e por reservatório.



4.3.6.4 Estudos Privados

Como referência de estudo de impacto ambiental, foi encontrado disponível no endereço eletrônico do Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina, o EIA/RIMA da empresa de produção de celulose WestRock, a qual analisou, em sua área de influência, dois pontos dentro da bacia hidrográfica do rio Canoinhas, sendo o primeiro no rio Canoinhas e outro no rio Argentina, afluente do rio Negro (SANDER, 2017). A descrição destes pontos é apontada na Tabela 157, assim como no mapa da Figura 173.

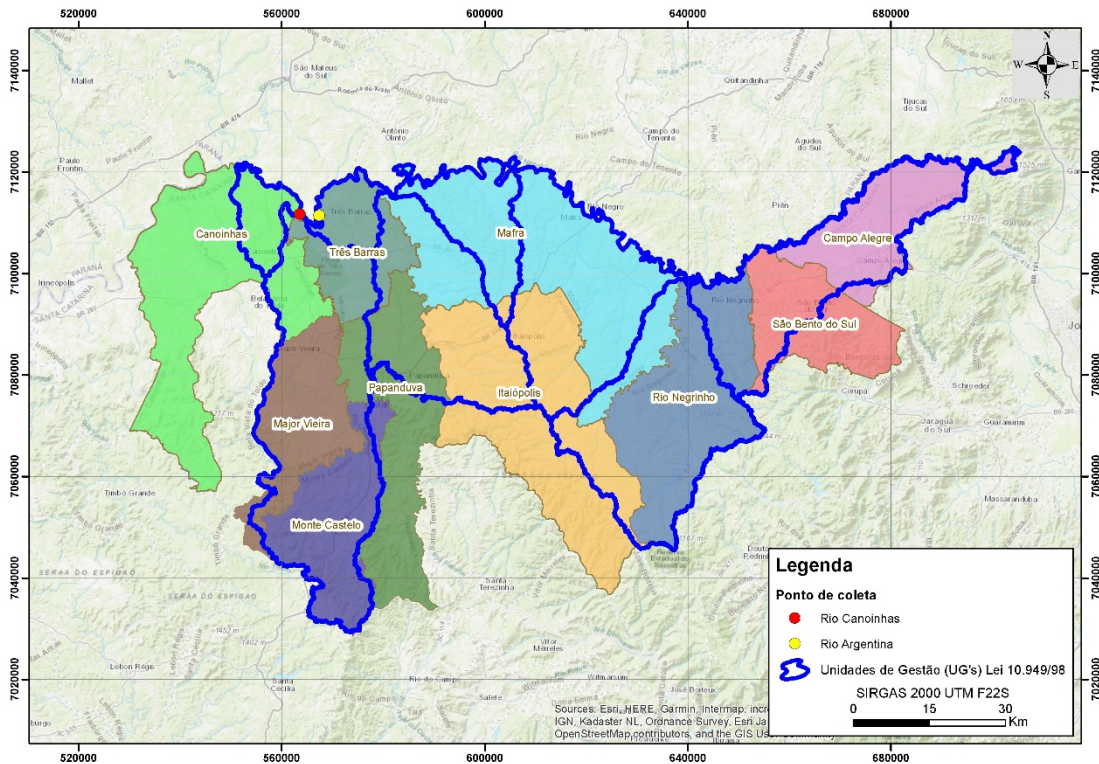
Tabela 157 – localização e descrição dos pontos de coleta do EIA/RIMA WestRock.

Localização	Coordenadas UTM	Município	Descrição
-------------	-----------------	-----------	-----------

Rio Canoinhas	563.566 7.111.626	Três Barras	Rio Canoinhas, a 180 metros a montante da confluência com o Rio Negro
Rio Argentina	567.399 7.111.414	Três Barras	Rio Argentina (tributário da margem esquerda) a 50 metros da confluência com o Rio Negro

Fonte: Adaptado de Sander (2017).

Figura 173 – amostragens de água realizadas pelo diagnóstico do estudo.



No estudo de impacto ambiental foram utilizadas três campanhas amostrais, uma em fevereiro de 2008, outra em julho de 2010 e a última em março de 2017. Os resultados obtidos nestas coletas, bem como a comparação com os limites máximos para qualidade de água doce de classe 2, segundo a resolução CONAMA nº 357/2005, são apresentados nas tabelas a seguir.

Na coleta de 2008 (resultados demonstrados na

Tabela 158), o rio Canoinhas apresentou não conformidades apenas para o parâmetro óleos e graxas, enquanto que os resultados do ponto do rio Argentina não apresentou conformidade para alumínio dissolvido, manganês total, óleos e graxas e tolueno.

Tabela 158 – resultados dos parâmetros analisados em fevereiro de 2008.

Parâmetro	Unidade	Rio Canoinhas	Rio Argentina	Limite CONAMA 357/2005
Temperatura	°C	20,7	23,3	-
Condutividade	µS/cm	24,4	25,4	-
pH	-	8,6	8,68	6 a 9
Oxigênio dissolvido	mg/L	6	6,6	Mín. 5mg/L
Secchi	m	0,4	0,25	-
DBO	mg/L	2,8	2,7	5
DQO	mg/L	22	7	-
Cor verdadeira	mg Pt/L	37	68	75
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,99	0,1
Arsênio Total	mg/L	<0,001	<0,001	0,01
Bário Total	mg/L	0,08	<0,006	0,7
Berílio Total	mg/L	<0,002	<0,002	0,04
Boro Total	mg/L	<0,1	<0,1	0,5
Cádmio Total	mg/L	<0,0007	<0,0007	0,001
Chumbo Total	mg/L	<0,01	<0,01	0,01
Cobre Dissolvido	mg/L	<0,002	<0,002	0,009
Cobre Total	mg/L	<0,002	<0,002	*NA
Cromo Hexavalente	mg/L	<0,05	<0,05	*NA
Cromo Total	mg/L	<0,01	<0,01	0,05
Ferro Dissolvido	mg/L	0,17	0,18	0,3
Manganês Total	mg/L	0,08	0,18	0,1
Mercurio Total	mg/L	<0,0001	<0,0001	0,0002
Níquel Total	mg/L	<0,01	<0,01	0,025
Prata Total	mg/L	<0,01	<0,01	0,01
Selênio Total	mg/L	<0,002	<0,002	0,01
Vanádio Total	mg/L	<0,01	<0,01	0,1
Zinco Total	mg/L	0,05	0,05	0,18
Cianeto total	mg/L	n.d. (0,001)	0,011	*NA
Cloretos	mg/L	2,27	3,18	250
Fenóis	mg/L	n.d. (0,001)	0,003	0,003
Fósforo total	mg/L	n.d. (0,01)	n.d. (0,01)	10
Nitratos	mg/L	3,5	3,5	10
Nitritos	mg/L	0,02	0,041	1
Nitrogênio amoniacal	mg/L	n.d. (0,1)	n.d. (0,1)	3,7 (pH < 7,5); 2,0 (7,5 < pH < 8,0); 1,0 (8,0 < pH < 8,5), e; 0,5 (pH > 8,5)
Óleos e graxas	mg/L	4,2	3	Virtualmente ausentes
Sólidos suspensos	mg/L	64	28	*NA
Sólidos totais dissolvidos	mg/L	114	158	500

Sulfatos	mg/L	8	1	250
Sulfeto total	mg/L	0,034	0,042	*NA
Coliformes fecais	NMP/10 0ml	300	230	1000
2, 2', 5 - triclorobifenil	µg/L	< 500	< 500	*NA
2, 4, 4' - triclorobifenil	µg/L	< 500	< 500	*NA
2, 4', 5 - triclorobifenil	µg/L	< 500	< 500	*NA
2, 2', 3, 5'-tetraclorobifenil	µg/L	< 500	< 500	*NA
2, 2', 5, 5'-tetraclorobifenil	µg/L	< 500	< 500	*NA
2, 2', 4, 5, 5'- pentaclorobifenil	µg/L	< 500	< 500	*NA
2, 3', 4, 4', 5- pentaclorobifenil	µg/L	< 500	< 500	*NA
2, 2', 4, 4', 5, 5'- hexaclorobifenil	µg/L	< 500	< 500	*NA
2, 2', 3, 4', 5', 6- hexaclorobifenil	µg/L	< 500	< 500	*NA
2, 2', 3, 4, 4', 5'- hexaclorobifenil	µg/L	< 500	< 500	*NA
2, 2', 3, 4, 4', 5, 5'- heptaclorobifenil	µg/L	< 500	< 500	*NA
2, 2', 3, 3', 4, 4', 5, 5'- octaclorobifenil	µg/L	< 500	< 500	*NA
Tetracloroeto de carbono	µg/L	< 20,0	< 20,0	2
Benzeno	µg/L	< 4,0	4,4	5
Tolueno	µg/L	< 4,0	17,8	2
Tetracloroetileno	µg/L	< 20,0	< 20,0	*N A
Etilbenzeno	µg/L	< 4,0	9,6	90
m,p-xileno	µg/L	< 4,0	15,6	300
o-xileno	µg/L	< 4,0	8,5	300
Benzidina	µg/L	< 10,0	< 10,0	0,001
3,3-diclorobenzidina	µg/L	< 10,0	< 10,0	*N A
Hexaclorobenzeno	µg/L	< 10,0	< 10,0	0,0065
2-clorofenol	µg/L	< 10,0	< 10,0	0,1
2,4,6-triclorofenol	µg/L	< 10,0	< 10,0	10
pentaclorofenol	µg/L	< 50,0	< 50,0	9
benzo[a]antraceno	µg/L	< 10,0	< 10,0	0,05
criseno	µg/L	< 10,0	< 10,0	0,05
benzo[b]fluoranteno	µg/L	< 10,0	< 10,0	0,05
benzo[k]fluoranteno	µg/L	< 10,0	< 10,0	0,05
benzo[a]pireno	µg/L	< 10,0	< 10,0	0,05
dibenz[a,h]antraceno	µg/L	< 10,0	< 10,0	0,05
Clorofila a	µg/L	< 10	< 10	30
Densidade de cianobactérias	cel/mL	Ausênci a	Ausênci a	50.000
Densidade de outras algas	Indiv/mL	0,2	0,3	*N A

Fonte: Adaptado de Sander (2017)

* Sem limite máximo na resolução utilizada

No ano de 2010, além do parâmetro óleos e graxas, o rio Canoinhas apresentou concentrações fora do permitido para alumínio dissolvido e nitrogênio amoniacal. Já o ponto do rio Argentina, manteve as não conformidades para alumínio dissolvido e óleos e graxas, estando acima dos limites também para fenóis e nitrogênio amoniacal, conforme demonstrado na Tabela 159.

Tabela 159 – resultados dos parâmetros analisados em julho de 2010.

Parâmetro	Unidade	Rio Canoinhas	Rio Argentina	Limite CONAMA 357/2005
Temperatura	°C	14,6	17,4	-
Condutividade	µS/cm	45,8	37	-
pH	-	7,3	7,58	6 a 9
Oxigênio dissolvido	mg/L	7,15	8,49	Mín. 5mg/L
Sólidos totais dissolvidos	ppm	31,4	24,6	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,21	0,39	0,1
Cobre Dissolvido	mg/L	<0,002	<0,002	0,009
Cromo Hexavalente	mg/L	<0,05	<0,05	---
Ferro Dissolvido	mg/L	0,15	0,17	0,3
Arsênio Total	mg/L	<0,001	<0,001	0,01
Bário Total	mg/L	0,048	0,024	0,7
Berílio Total	mg/L	<0,002	<0,002	0,04
Boro Total	mg/L	<0,1	<0,1	0,5
Cádmio Total	mg/L	<0,0007	<0,0007	0,001
Chumbo Total	mg/L	<0,01	<0,01	0,01
Cobre Total	mg/L	<0,002	<0,002	
Cromo Total	mg/L	<0,01	<0,01	0,05
Manganês Total	mg/L	0,06	0,03	0,1
Mercúrio Total	mg/L	<0,0001	<0,0001	0,0002
Níquel Total	mg/L	<0,01	<0,01	0,025
Prata Total	mg/L	<0,01	<0,01	0,01
Selênio Total	mg/L	<0,002	<0,002	0,01
Vanádio Total	mg/L	<0,01	<0,01	0,1
Zinco Total	mg/L	0,03	0,05	0,18
Benzeno	mg/L	<0,002	<0,002	0,005
Tolueno	µg/L	<2	<2	2
Xileno-o	µg/L	<2	<2	300
Xileno-m,p	µg/L	<2	<2	300
Tetracloroeto de Carbono	mg/l	<0,00001	<0,00001	0,002
Tetracloroetano	mg/l	<0,00001	<0,00001	0,01
2 Clorofenol	µg/l	<0,007	<0,007	0,1
Pentaclorofenol	mg/l	<0,00003	<0,00003	0,009
2,4,6-Triclorofenol	mg/l	<0,00001	<0,00001	0,01
Cianeto total	mg/L	< 0,010	< 0,010	*NA

Cloretos	mg/L	1,97	2,68	250
Fenóis	mg/L	< 0,003	0,022	0,003
Fósforo total	mg/L	< 0,3	< 0,3	0,1
Nitratos	mg/L	3,7	2,2	10
Nitritos	mg/L	0,007	0,005	1
Nitrogênio amoniacal	mg/L	5,08	3,99	3,7 (pH < 7,5); 2,0 (7,5 < pH < 8,0); 1,0 (8,0 < pH < 8,5), e; 0,5 (pH > 8,5)
Óleos e graxas	mg/L	3	6,4	Virtualmente ausentes
Sólidos suspensos	mg/L	18	22	*NA
Sólidos totais dissolvidos	mg/L	136	70	500
Sulfatos	mg/L	< 5	< 5	250
Sulfeto total	mg/L	0,022	0,013	*NA
Coliformes fecais	NMP/10 0 ml	130	49	1000
2, 2', 5 - triclorobifenil	µg/ L	< 500	< 500	*NA
2, 4, 4' - triclorobifenil	µg/ L	< 500	< 500	*NA
2, 4', 5 - triclorobifenil	µg/ L	< 500	< 500	*NA
2, 2', 3, 5'-tetraclorobifenil	µg/ L	< 500	< 500	*NA
2, 2', 5, 5'-tetraclorobifenil	µg/ L	< 500	< 500	*NA
2, 2', 4, 5, 5'- pentaclorobifenil	µg/ L	< 500	< 500	*NA
2, 3', 4, 4', 5- pentaclorobifenil	µg/ L	< 500	< 500	*NA
2, 2', 4, 4', 5, 5'- hexaclorobifenil	µg/ L	< 500	< 500	*NA
2, 2', 3, 4', 5', 6- hexaclorobifenil	µg/ L	< 500	< 500	*NA
2, 2', 3, 4, 4', 5'- hexaclorobifenil	µg/ L	< 500	< 500	*NA
2, 2', 3, 4, 4', 5, 5'- heptaclorobifenil	µg/ L	< 500	< 500	*NA
2, 2', 3, 3', 4, 4', 5, 5'- octaclorobifenil	µg/ L	< 500	< 500	*NA
Benzidina	µg/ L	< 10,0	< 10,0	0,001
3,3-diclorobenzidina	µg/ L	< 10,0	< 10,0	*NA
Hexaclorobenzeno	µg/ L	< 10,0	< 10,0	0,0065
antraceno	µg L-1	< 10,0	< 10,0	*NA
criseno	µg/ L	< 10,0	< 10,0	0,05
benzo[b]fluoranteno	µg/ L	< 10,0	< 10,0	0,05
benzo[k]fluoranteno	µg/ L	< 10,0	< 10,0	0,05
benzo[a]pireno	µg/ L	< 10,0	< 10,0	0,05
dibenz[a,h]antraceno	µg/ L	< 10,0	< 10,0	0,05
Clorofila a	µg/ L	< 3,0	< 3,0	30
Densidade de cianobactérias	cel/mL	Ausência	Ausência	50.000
AOX	mg/L	< 0,025	< 0,025	*NA

Fonte: Adaptado de Sander (2017)

* Sem limite máximo na resolução utilizada

A campanha de 2017 apontou que, no ponto de coleta do rio Canoinhas, os parâmetros não conformes foram DBO_{5,20}, alumínio dissolvido, ferro dissolvido e manganês. Para o rio Argentina, as não conformidades foram representadas pelo ferro dissolvido, coliformes termotolerantes, além do alumínio dissolvido, que já apresentou concentrações acima do permitido para as duas campanhas anteriores (Tabela 160).

Tabela 160 – resultados dos parâmetros analisados em março de 2017.

Parâmetro	Unidade	Rio Canoinhas	Rio Argentina	Limite CONAMA 357/2005
Cor Verdadeira	mg/L	47	73	75
Corantes Artificiais	-	Ausência	Ausência	Virtualmente ausentes
Materiais Flutuantes	-	Ausência	Ausência	Virtualmente ausentes
Óleos e Graxas Visuais	-	Ausência	Ausência	Virtualmente ausentes
Resíduos e Sólidos Objetáveis	-	Ausência	Ausência	Virtualmente ausentes
Sólidos Dissolvidos	mg/L	61	90	500
Sólidos Totais	mg/L	111	258	*NA
Substâncias que Conferem Odor	-	Ausência	Ausência	Virtualmente ausentes
Turbidez	NTU	30	15	100
Cloreto	mg/L	1,2	1,6	250
Cloreto de Metileno (Diclorometano)	mg/L	< 0,005	< 0,005	0,02
Cloro Total	mg/L	< 0,01	< 0,01	0,01
DBO (5 dias)	mg/L	11	< 1,7	5
Fluoreto	mg/L	< 0,2	< 0,2	1,4
Ítrio	%	102	101	*NA
Lítio	mg/L	< 0,005	< 0,005	2,5
Ortofosfato	mg/L	0,4	0,29	*NA
Oxigênio Dissolvido	mg/L	6,67	5,98	Mín. 5,0
pH	-	7,13	6,91	6,0 a 9,0
Selênio	mg/L	< 0,007	< 0,007	0,01
Silício	µg/L	8990	4360	*NA
Sulfato	mg/L	1,5	< 1,5	250
Tensoativos	mg/L	< 0,35	< 0,35	0,5
Urânio	mg/L	< 0,01	< 0,01	0,02
Vanádio	mg/L	< 0,005	< 0,005	0,1
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,4	0,67	0,1
Arsênio	mg/L	< 0,008	< 0,008	0,01
Bário	mg/L	0,0708	0,0334	0,7
Berílio	mg/L	< 0,002	< 0,002	0,04
Boro	mg/L	0,0145	0,0118	0,5
Cádmio	mg/L	< 0,001	< 0,001	0,001

Chumbo	mg/L	< 0,01	< 0,01	0,01
Cianeto	mg/L	< 0,005	< 0,005	*NA
Cianeto Livre	mg/L	< 0,005	< 0,005	0,005
Cobalto	mg/L	< 0,005	< 0,005	0,05
Cobre	µg/L	< 5	< 5	*NA
Cobre Dissolvido	mg/L	< 0,005	< 0,005	0,009
Cromo	mg/L	< 0,005	< 0,005	0,05
Cromo Hexavalente	mg/L	< 0,02	< 0,02	*NA
Ferro Dissolvido	mg/L	0,502	1	0,3
Manganês	mg/L	0,109	0,062	0,1
Mercúrio	mg/L	< 0,0002	< 0,0002	0,0002
Níquel	mg/L	< 0,006	< 0,006	0,025
Prata	mg/L	< 0,005	< 0,005	0,01
Zinco	mg/L	0,0215	0,0317	0,18
Fósforo Total	-	0,13	0,095	*NA
Nitrato	Máx. 10,0	2,2	< 0,5	10
Nitrito	Máx. 1,0	< 0,5	< 0,5	1
Nitrogênio Amoniacal	mg/ L	0,82	< 0,55	3,7 (pH < 7,5); 2,0 (7,5 < pH < 8,0); 1,0 (8,0 < pH < 8,5), e; 0,5 (pH > 8,5)
1,1-Dicloroeteno	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	0,003
1,2-Dicloroetano	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	0,01
2,4,5-T	µg/L	< 0,1	< 0,1	2
2,4,5-TP	µg/L	< 0,1	< 0,1	10
2,4,6-Triclorofenol	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	0,01
2,4-D	µg/L	< 0,1	< 0,1	4
2,4-Diclorofenol	µg/L	< 0,1	< 0,1	0,3
2-Clorofenol	µg/L	< 0,1	< 0,1	0,1
3,3-Diclorobenzidina*	µg/L	< 0,03	< 0,03	*NA
Acrilamida	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,5
Alacloro	µg/L	< 0,01	< 0,01	20
Aldrin + Dieldrin	µg/L	< 0,005	< 0,005	0,005
Antimônio	mg/L	< 0,005	< 0,005	0,005
Atrazina	µg/L	< 0,02	< 0,02	2
Benzeno	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	0,005
Benzidina	µg/L	< 0,001	< 0,001	0,001
Benzo(a)antraceno	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,05
Benzo(a)pireno	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,05
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,05
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,05
Bifenilas Policloradas (PCBs)	µg/L	< 0,001	< 0,001	0,001
Carbaril	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,02
Clordano (Alfa+Gama)	µg/L	< 0,02	< 0,02	0,04

Criseno	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,05
Demeton O e S	µg/L	< 0,04	< 0,04	0,1
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,05
Dodecacloropentaciclodecano (Mirex)	µg/L	< 0,001	< 0,001	0,001
Endosulfan I + II + Sulfato	µg/L	< 0,03	< 0,03	0,056
Endrin	µg/L	< 0,004	< 0,004	0,004
Estireno	mg/L	< 0,0005	< 0,0005	0,02
Etilbenzeno	µg/L	< 0,5	< 0,5	90
Fenóis Totais	mg/L	< 0,003	< 0,003	0,003
Glifosato*	µg/L	< 5	< 5	65
Gution (Azimfós metil)	µg/L	< 0,005	< 0,005	0,005
Heptacloro + Heptacloro epóxido	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,01
Hexaclorobenzeno	µg/L	< 0,005	< 0,005	0,0065
Indeno(1,2,3-c,d)pireno	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,05
Lindano (gama-HCH)	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,02
Malation	µg/L	< 0,02	< 0,02	0,1
Metolacloro	µg/L	< 0,02	< 0,02	10
Metoxicloro	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,03
p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD	µg/L	< 0,002	< 0,002	0,002
Paration	µg/L	< 0,01	< 0,01	0,04
Pentaclorofenol	mg/L	< 0,0001	< 0,0001	0,009
Simazina	µg/L	< 0,02	< 0,02	2
Sulfeto (H2S não dissociado)	µg/L	< 0,001	< 0,001	*NA
Tetracloroeto de Carbono	mg/L	0,0005	0,0005	0,002
Tetracloroeteno	mg/L	0,0005	0,0005	0,01
Tolueno	µg/L	< 0,5	< 0,5	2
Toxafeno	µg/L	< 0,005	< 0,005	0,01
Tributilestanho*	µg/L	< 0,005	< 0,005	0,063
Triclorobenzenos	mg/L	0,0015	0,0015	0,02
Tricloroeteno	mg/L	0,0005	0,0005	0,03
Trifluralina	µg/L	< 0,02	< 0,02	0,2
Xilenos	µg/L	< 1,5	< 1,5	300
Clorofila a*	µg/L	< 3	< 3	30
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2400	240	1000
Coliformes Totais	NMP/100mL	2400	24000	*NA
Densidade de Cianobactérias	cel/mL	< 1	< 1	50.000

Fonte: Adaptado de Sander (2017)

* Sem limite máximo na resolução utilizada

4.3.6.5 Qualidade da Água Subterrânea

Neste plano de recursos hídricos, a qualidade da água subterrânea também foi avaliada por meio do Mapa hidrogeológico de Santa Catarina, elaborado pelo Serviço Geológico Do Brasil – CPRM (2012), em escala 1:500.000.

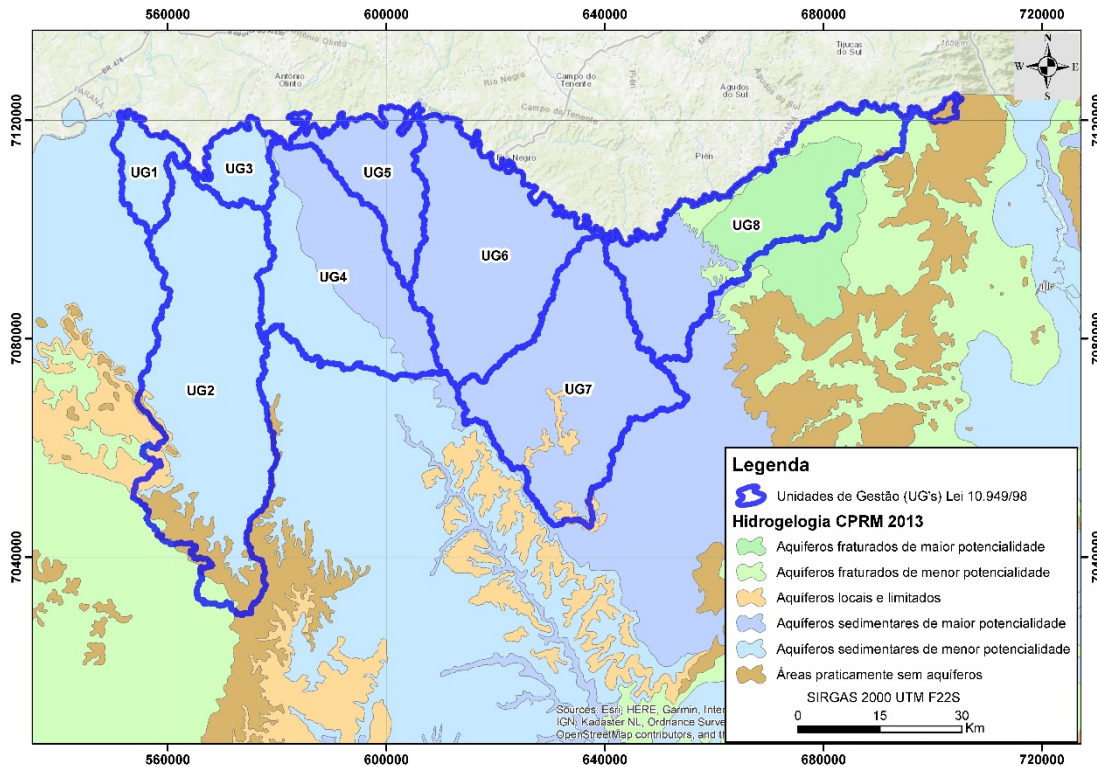
Na área de abrangência foram delimitadas para as oito zonas aquíferas, grupos de aquíferos sedimentares, aquíferos fraturados, aquíferos pouco produtivos e não aquíferos (Tabela 161 e no mapa da

Figura 174).

Tabela 161 - descrição das Zonas Aquíferas presentes na área de estudo.

Sigla	Descrição	Área (%)
af1_1	Aquíferos fraturados de maior potencialidade	5,96%
af2	Aquíferos fraturados de menor potencialidade	3,55%
af3	Aquíferos fraturados de menor potencialidade	0,58%
app	Aquíferos locais e limitados	1,54%
as3_2	Aquíferos sedimentares de maior potencialidade	52,97%
as4	Aquíferos sedimentares de menor potencialidade	32,30%
na_1	Áreas praticamente sem aquíferos	0,29%
na_2	Áreas praticamente sem aquíferos	2,81%

Figura 174 - delimitação das Zonas Aquíferas presentes na área de estudo.



A qualidade da água das zonas aquíferas, conforme descrito no mapa hidrogeológico é realizada a partir da interpretação de análises químicas, comparando com padrões de potabilidade, sendo utilizado como padrão comparativo os valores médios de Total de Sais Dissolvidos (TSD).

No mapa hidrogeológico são determinadas também a vulnerabilidade e o risco à contaminação das zonas aquíferas. O grau de vulnerabilidade é estimado a partir de litologias, capacidades de infiltração e potencialidade aquífera, enquanto que o risco à contaminação é estimado pela presença de agentes perigosos como venenos e insumos agrícolas, e pela falta de saneamento ambiental.

Os aquíferos fraturados de maior potencialidade, de sigla af1_1, estão presentes unicamente na Unidade de Gestão 8, entre os municípios de São Bento do Sul e Campo Alegre. A qualidade química da água é boa para todos os fins (abastecimento doméstico e público, agrícola e industrial), com valor de TSD inferior a 150 mg/L, no geral.

A qualidade química da água dos Aquíferos fraturados de menor potencialidade (af2), também localizada na Unidade de Gestão 8, nos municípios de São Bento do Sul e

Campo Alegre, é caracterizada como boa para todos os fins, com valor de TSD geralmente inferior a 300 mg/L. O grau de vulnerabilidade desses aquíferos é de médio a baixo, possuindo alto risco de contaminação quando estão em áreas urbanas.

Os aquíferos fraturados de menor potencialidade denominados de af3 também possuem qualidade química boa para todos os fins, com um Total de Sais Dissolvidos geralmente inferior a 200 mg/L. São aquíferos localmente vulneráveis e que apresentam baixo risco à contaminação em áreas rurais e médio risco nas áreas urbanas. Um fator agravante ao risco à contaminação é a presença de poços mal construídos ou abandonados. Na área de interesse, este aquífero ocupa 0,58% do total da área de estudo, estando inserido na Unidade de Gestão 2.

Localizados nas Unidades de Gestão 2 e 7, os Aquíferos locais e limitados (app) representam 1,54% do total da área da bacia hidrográfica. A qualidade da água desta zona é caracterizada pela ocorrência de fontes, apresentando águas de infiltração recente de precipitações. Estes aquíferos possuem baixa vulnerabilidade e pequeno risco de contaminação. As águas possuem maior mineralização, com concentrações de TSD superiores a 300 mg/L.

O aquífero da zona as3_2, descrito como aquíferos sedimentares de maior potencialidade, ocupam pouco mais da metade da área da bacia hidrográfica, se estendendo desde a Unidade de Gestão 4 até a Unidade de Gestão 8. A qualidade da sua água é considerada boa para todas as finalidades, sendo elas: abastecimento doméstico e público e usos agrícolas e industriais. O TSD é normalmente maior do que 300 mg/L, podendo chegar próximo de 1.000 mg/L. Águas com alta concentração de ferro, manganês e odor de gás sulfídrico também podem ser encontradas. A vulnerabilidade é média, com risco médio de contaminação por rejeitos industriais, insumos agrícolas e dejetos humanos.

Os aquíferos denominados de as4 são aquíferos sedimentares de menor potencialidade que abrangem cerca de 30% da área de estudo, ocupando a UG1 e parte das UGs 2, 3 e 4. A qualidade da água nesta zona é caracterizada como boa para todos os fins, com concentração de TSD geralmente inferior a 300 mg/L, embora sejam encontrados casos com altos teores de ferro. As águas de fontes possuem pouca mineralização, com TSD menores que 100 mg/L.

Os aquíferos na_1 e na_2 são áreas praticamente sem aquíferos, ocupando 3,09% da área total da bacia hidrográfica, estando presentes somente nas UGs 2 e 8. Ambas as zonas apresentam qualidade química boa de água, com TSD não sendo maior que 50 mg/L. A vulnerabilidade das duas zonas é baixa e não apresentam risco de contaminação.

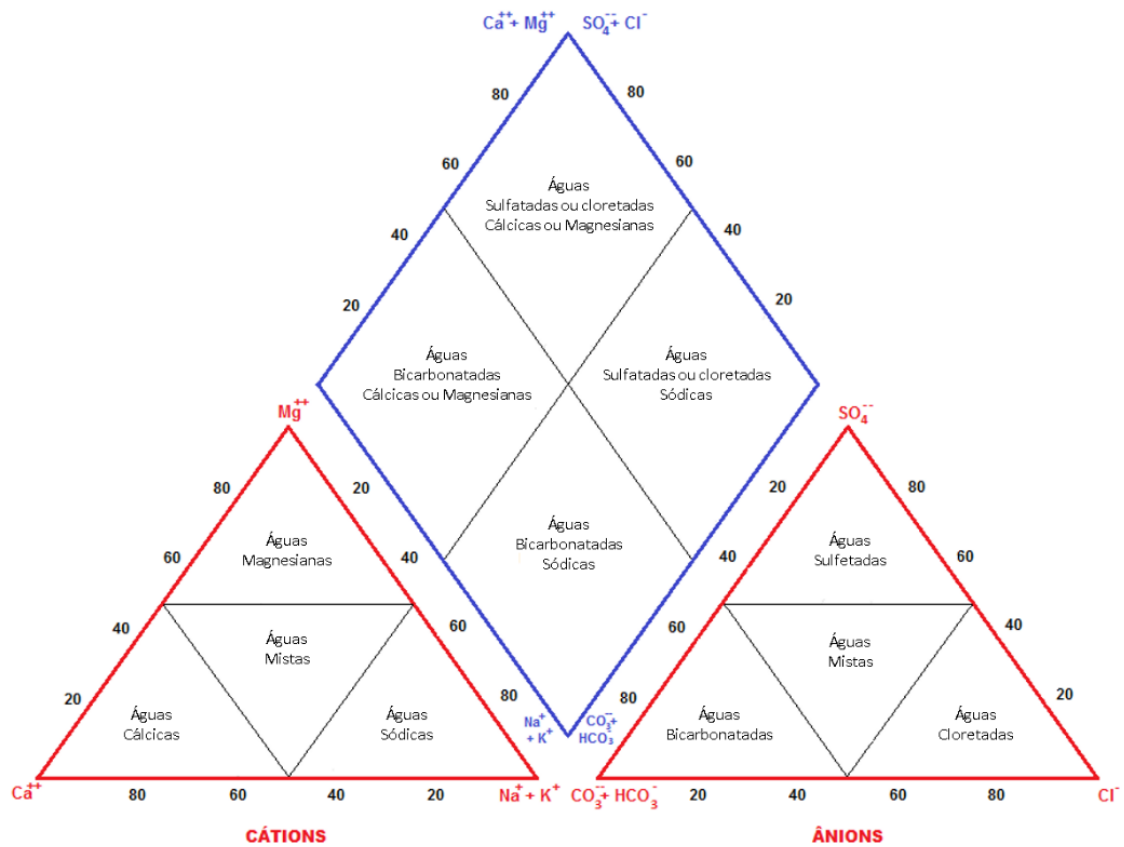
4.3.6.6 Análise Hidroquímica

A caracterização hidroquímica da bacia hidrográfica se deu através do estudo das análises químicas de águas subterrâneas presentes nos poços cadastrados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (Siagas).

No banco de dados (CPRM/SIAGAS, 2019) existem poços cadastrados em toda a área de estudo, com diferentes características e datas de construção e de análise, sendo que em suas análises químicas apresentaram resultados para os cátions Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ e para os ânions $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^-$, Cl^- , SO_4^{2-} .

Na Figura 175 foi apresentada a caracterização hidroquímica das águas subterrâneas, de acordo como o diagrama triangular de Piper. Ressalta-se que apenas alguns poços do banco de dados Siagas apresentam análises químicas que possibilitaram tal aplicação, sendo, portanto, uma análise restrita e pontual.

Figura 175 – diagrama de Piper



Fonte: FUNCEME (2015)

A classificação das águas dos poços analisados foi realizada através do *software* de distribuição gratuita QualiGraf 1.17, desenvolvido pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME (2015). Na Tabela 162 são descritos os poços com análises químicas disponíveis, os quais foram incorporados nesta etapa para a elaboração do diagrama de Piper.

Tabela 162 – dados das análises químicas dos poços utilizados para a elaboração do diagrama de Piper.

Nº	Código Poço SIAGAS	Município	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	CO ₃ ⁻ (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)
1	4300020103	Campo Alegre	24,8	1,2	29,04	4,76	1,3	0	166,92	1
2	4300020104	Campo Alegre	34	1,1	19,78	0,9	0,62	0	155,71	0
3	4300026508	Itaiópolis	4	0,61	35	4	1,2	0,4	89	2,1
4	4300026652	Itaiópolis	26,58	0,86	1,01	2,06	4,25	0	70	3,65
5	4300026501	Mafra	30,8	0,84	3,92	1,28	3,9	0	80	1,62
6	4300027071	Mafra	4	0,61	34	4	1,1	0,3	88	2,1
7	4300027077	Mafra	44,8	0,4	17,43	4,38	1	0	135,52	0
8	4300027223	Rio Negrinho	9,79	3,39	24,3	8,57	0,73	0	121,03	0
9	4300026751	Rio Negrinho	55	0,78	0,7	0,2	1,77	0	129	14,23
10	4300026647	Rio Negrinho	68,4	0,4	1,28	0,49	0,05	15,36	117,52	0
11	4300018475	São Bento do Sul	6,2	0,01	26,05	4,62	1,19	0	114,75	1

De acordo com o resultado de Piper, na Figura 176 e na Tabela 163, as águas dos poços analisados foram classificadas em três famílias diferentes, sendo elas: Cálcica Bicarbonatada, Mista Bicarbonatada e Sódica Bicarbonatada.

Figura 176 – Resultados do diagrama de Piper.

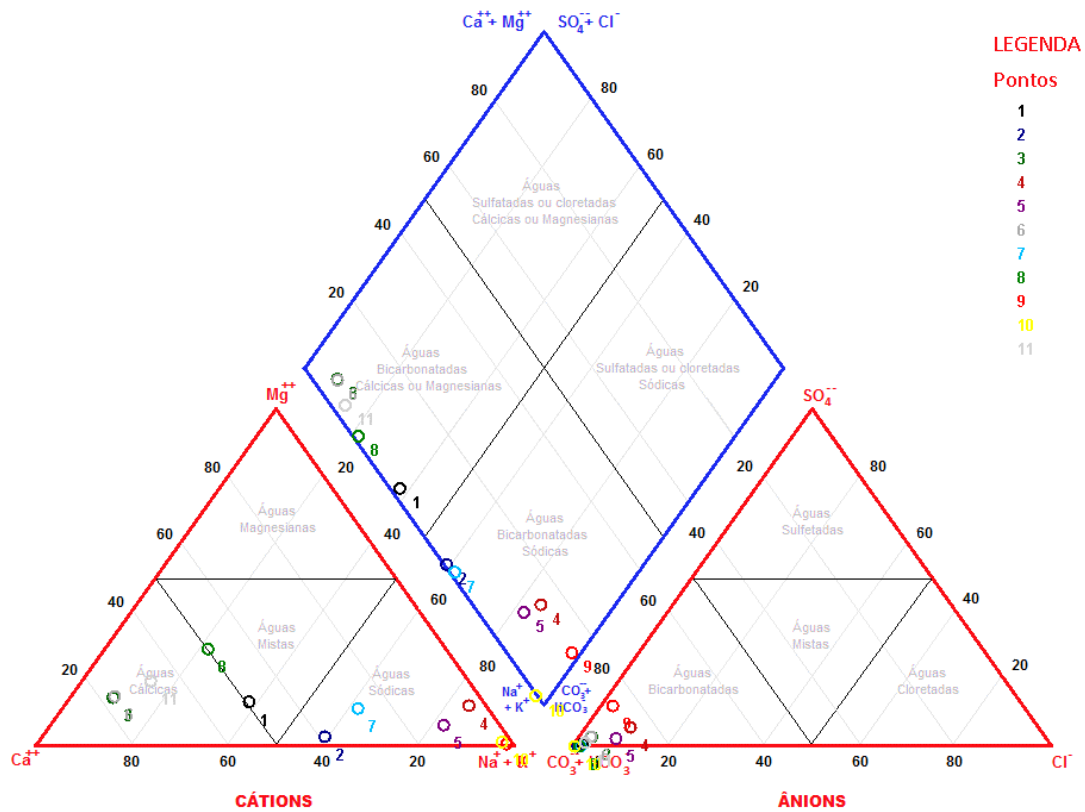


Tabela 163 - resultados do diagrama de Piper.

Nº	Código Poço SIAGAS	Classificação da água
1	4300020103	Mista Bicarbonatada
2	4300020104	Sódica Bicarbonatada
3	4300026508	Cálcica Bicarbonatada
4	4300026652	Sódica Bicarbonatada
5	4300026501	Sódica Bicarbonatada
6	4300027071	Cálcica Bicarbonatada
7	4300027077	Sódica Bicarbonatada
8	4300027223	Mista Bicarbonatada
9	4300026751	Sódica Bicarbonatada
10	4300026647	Sódica Bicarbonatada
11	4300018475	Cálcica Bicarbonatada

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas irrigação**: uso da água na agricultura irrigada: áreas irrigadas por tipologia, por município e Unidade da Federação. 2017. [Planilha em Excel]. Disponível em: <<http://atlasirrigacao.ana.gov.br/>>. Acesso em: 20 fev 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas esgotos**: despoluição das Bacias Hidrográficas. 2013. [Planilha em Excel]. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/atlas-esgotos>>. Acesso em: 20 fev 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil**. Brasília, mai 2005. 123 p. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/interaguas/INTERAGUAS_ProgramadeDesenvolvimentodoSetorAgua.pdf>. Acesso em: 08 jan 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb)**. Redes de monitoramento pluviométrico e fluviométrico. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/default.asp>>. Acesso em: 03 fev 2019.

ANDERSON, T. JV.; DARLING, D. A. ***Asymptotic theory of certain 'goodness of fit' criteria based on stochastic processes***. *Annals of Mathematical Statistics*, 23, 1952. p 193-212.

BAENA, L.G.N. **Regionalização de vazões para a bacia do rio Paraíba do Sul, a montante de Volta Redonda, a partir de modelo digital de elevação hidrologicamente consistente**. 2002. 135 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Ambientais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- MG, 2002.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BCB). **Sistema gerenciador de séries temporais**: cotações e boletins. 2018. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/acessoinformacao/legado?url=https:%2F%2Fwww4.bcb.gov.br%2Fpec%2Ftaxas%2Fport%2Fptaxnpesq.asp%3Fid%3Dtxcotacao>>. Acesso em: 02 fev 2019.

BIE, C. A. J. M. de; LEEUWEN, J. A. van; ZUIDEMA, P. A. ***The land use database***: a knowledge based software program for structured storage and retrieval of userdefined land use data sets: user's reference manual. Versão 1.04 para MS-DOS. [Enschede, The Netherlands]: International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation: Food and Agriculture Organization: United Nations Environment Programme; Wageningen University, 1996. 41 p. Disponível em: <<http://ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/LM/SUSLUP/Luse/Manual/chap2.pdf>>. Acesso em: 14 jan 2019.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)**. 2015. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 18 fev 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000**. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>>. Acesso em: 27 fev 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem

como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 31 jan. 2019.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2014** [recurso eletrônico] / CETESB. -- São Paulo : CETESB, 2015. 2 arquivos de texto (540 p. em 2 partes) : il. color., PDF ; 65 MB. -- (Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103). Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Cetesb_QualidadeAguasSuperficiais2014_Partel_vers%C3%A3o2015_Web.pdf>. Acesso em: 25 fev 2019.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Geobank SGB**: dados, informações e produtos do serviço geológico do Brasil. 2017. Disponível em: <<http://geosgb.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 16 fev. 2019.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Mapa Hidrogeológico do Estado de Santa Catarina**. Porto Alegre, 2012. 1 Mapa. Escala 1:500.000.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS)**. 2019. Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar_mapa.php>. Acesso em: 10 fev 2019.

DAMÁZIO, J.M.; COSTA, F.S. Regionalização da curva de frequência de precipitação máximas anuais na bacia do rio Madeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 9., SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS, 5., Rio de Janeiro, 1991. **Anais...**Rio de Janeiro: ABRH/APRH, v. 4, p. 153-161, 1991.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). **Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE)**. Disponível em: <<http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap/>>. Acesso em: 10 out 2018.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI). **Vazão de água necessária para o cultivo de peixes em viveiros de terra no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, 2015.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI). Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM). **Sistema de monitoramento On-Line**. Disponível em: <<http://www.ciram.epagri.sc.gov.br/>>. Acesso em: 15 mar 2019.

EUCLYDES, H. P. **Regionalização de vazões máximas e mínimas para a bacia do Rio Juatuba-MG**.1992. 66 f. Dissertação—Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA (FIESC). **Guia web da indústria SC**. 2017. Disponível em: <<http://www.guiadaindustriasc.com.br/>>. Acesso em: 4 jan 2019.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS (FUNCEME). **Qualigraf**. 2015. Disponível em: <<http://www3.funceme.br/qualigraf/app/pagina/show/2>>. Acesso em: 28 jan 2017.

FUNDAÇÃO CERTI. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina (PERH/SC)**: Caracterização geral das regiões hidrográficas de Santa Catarina. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico**. Brasília, 2000. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default.shtm>>. Acesso em: 23 nov 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico**. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 23 nov 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades de Federação brasileiros**. Brasília, 2017. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2017/estimativa_dou.shtm>. Acesso em: 23 nov 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Pecuária Municipal**. 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2016>>. Acesso em: 12 dez 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: 12 nov 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Agrícola Municipal - 2017**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2014/>>. Acesso em: 11 fev 2019.

JENKINSON, A. F. **The frequency distribution of the annual maximum (or minimum) of meteorological elements**. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, Londres, v.81, n.551.501.45, p.158-171, 1955.

KITE, G. W. **Frequency and risk analyses in Hydrology**. *Water Resources publications*. Colorado. 1978. 224 p.

KLEIN, R. M. **Flora ilustrada catarinense**: mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978. 24 p.

MACHADO, J. L. F. **Mapa hidrogeológico do estado de Santa Catarina**. Porto Alegre: CPRM, 2013. 1 CD-ROM. Escala 1:500.000. Cartas Hidrogeológicas Estaduais. Programa Disponibilidade Hídrica no Brasil. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Mapa_Hidrogeologico--Estado-de-Santa-Catarina-3096.html>. Acesso em: 25 fev. 2019.

MANUAL técnico de uso da terra. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 91 p. (Manuais técnicos em Geociências, n. 7). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/usodaterra/manual_usodater ra.shtm>. Acesso em: 10 out 2018.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo da água nas principais bacias do Sistema Interligado Nacional (SIN)**. Brasília: ONS; FAHMA-DREER; ANA; ANEEL; MME, 2003.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo da água nas principais bacias do Sistema Interligado Nacional (SIN)**. Brasília: ONS; FAHMA-DREER; ANA; ANEEL; MME, 2005. 201p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO (FAO). ***Integrated approach to the planning and management of land resources. Third Draft of Task Manager's Report.*** FAO/AGL, 28, Roma, 1994.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO (FAO). **Manual Sobre Manejo de Reservatórios para a Produção de Peixes.** Brasília: Departamento Nacional de Obras e Secas; 1988. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/field/003/ab486p/AB486P00.htm#TOC>>. Acesso em: 18 fev 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE METEOROLOGIA (OMM). **Guide to hydrological practices. Volume I. Hydrology – From Measurement to Hydrological Information.** 6. ed., Genebra: OMM, 2008. 296 p.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006. 748 p.

SANDER, R.F (coordenadora). **Estudo de Impacto Ambiental da Ampliação da Unidade de Produção de Celulose, Papel Kraft Liner e Miolo de Três Barras – SC.** PROSUL – Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda. Três Barras, 2017. Disponível em: <<http://www.ima.sc.gov.br/index.php/licenciamento/consulta-eia-rima>>. Acesso em: 29 jan. 2019.

SANTA CATARINA. Lei Estadual nº 10.949, de 09 de novembro de 1998. Dispõe sobre a caracterização do Estado em dez Regiões Hidrográficas. **Diário Oficial [do] Estado de Santa Catarina.** Florianópolis, 9 nov. 1998. Disponível em: <http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Legislacao/Lei-Estadual-10949-1998.pdf> Acesso em: 20 fev 2019.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH). **Resolução nº 03, de 14 de agosto de 2014.** Dispõe sobre os procedimentos e critérios de natureza técnica a serem observados no exame dos pedidos de outorga de uso de águas subterrâneas no Estado de Santa Catarina. Florianópolis, 14 ago. 2014.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). Portaria SDS nº 36, de 29 de julho de 2008. Estabelece os critérios de natureza técnica para outorga de direito de uso de recursos hídricos para captação de água superficial, em rios de domínio do Estado de Santa Catarina e dá outras providências. **Diário Oficial [do] Estado de Santa Catarina.** Florianópolis, 31 jul. 2008. Disponível em: <http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=12&idMenu=717&idMenuPai=333>. Acesso em: 21 dez 2018.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). Portaria SDS nº 51, de 02 de outubro de 2008. ALTERA a Portaria SDS nº 36, de 29 de julho de 2008. **Diário Oficial [do] Estado de Santa Catarina.** Florianópolis, 7 out. 2008. Disponível em: <http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=12&idMenu=1011&idMenuPai=333> Acesso em: 20 fev 2019.

SANTA CATARINA TURISMO (SANTUR). **Estatísticas e Indicadores Turísticos:** Pesquisa de Demanda Turística - Alta Temporada/Anual - 2018. Disponível em: . Acesso em: 17 fev 2017.

SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO (SPG) **Portal Estatístico** – Indicadores Econômicos. Santa Catarina: SPG; 2016. Disponível em: <https://sites.google.com/a/spg.sc.gov.br/portal/indicadores/ind_economia>. Acesso em: 13 jan 2019.

SILVA, B. C.; GIUSTINA, E. G. D.; MARCHIORI, N. C.; MASSAGO, H.; SILVA, F. M. **Desempenho produtivo da piscicultura catarinense em 2015**. Florianópolis, SC: Epagri, 2017. 17p.

SILVA, F. A. M.; ASSAD, E. D. **Análise espaçotemporal do potencial hídrico climático do estado de Goiás**. In: SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS – Aplicações na Agricultura/editado por ASSAD, E. D.; SANO, E. E. 2.ed. – Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CPAC, 1998. p. 273- 309.

SISTEMA DE CADASTRO DE USUÁRIOS DE ÁGUA DO ESTADO DE SC (SIRHESC). **Declaração de Uso da Água do Estado de Santa Catarina**. Disponível em: <<http://www.cadastro.aguas.sc.gov.br/ceurh/cadastro.jsp>>. Acesso em: 29 out 2018.

TUCCI, C. E. M. **Regionalização de vazões**. Ed. Universitária, UFRGS, ABRH. Porto Alegre, 2002. 256 p.

