



## VOLUME II - USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA

# AVALIAÇÃO INTEGRADA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CANOAS

Florianópolis  
Santa Catarina



Belo Horizonte  
Minas Gerais



DEZEMBRO/2021

Azurit Engenharia Ltda.  
Av. Carandaí, nº 288, 2º andar, Funcionários  
Belo Horizonte/MG  
Tel.: (31) 3227-5722  
www.azurit.com.br



## **AVALIAÇÃO INTEGRADA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CANOAS**

### **VOLUME II - USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA**

**DEZEMBRO DE 2021**

*Elaborado para:*

Statkraft Energias Renováveis S.A.  
Florianópolis - SC

*Elaborado por:*

Azurit Engenharia Ltda.  
Belo Horizonte - MG



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	12
2	ASPECTOS METODOLÓGICOS .....	12
3	DIAGNÓSTICO DOS USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA.....	16
3.1	Usos Consuntivos .....	16
3.1.1	Abastecimento Humano .....	18
3.1.1.1	Abastecimento Rural.....	18
3.1.1.2	Abastecimento Urbano.....	20
3.1.1.3	Cadastro e Outorgas de Uso de Recursos Hídricos .....	24
3.1.1.3.1	Demanda Superficial.....	27
3.1.1.3.2	Demanda Subterrânea.....	28
3.1.2	Irrigação.....	29
3.1.2.1	Área Irrigada .....	30
3.1.2.2	Área Plantada .....	34
3.1.2.3	Área Irrigada x Área Plantada .....	37
3.1.2.4	Áreas Irrigáveis .....	37
3.1.2.5	Cadastro e Outorgas de Uso de Recursos Hídricos .....	38
3.1.2.5.1	Demanda Superficial.....	40
3.1.2.5.2	Demanda Subterrânea.....	41
3.1.3	Uso Industrial .....	42
3.1.3.1	Cadastro e Outorgas de Uso de Recursos Hídricos .....	43
3.1.3.1.1	Demanda Superficial.....	46
3.1.3.1.2	Demanda Subterrânea.....	47
3.1.4	Criação de Animais .....	48
3.1.4.1	Cadastro e Outorgas de Uso de Recursos Hídricos .....	50
3.1.4.1.1	Demanda Superficial.....	52
3.1.4.1.2	Demanda Subterrânea.....	53
3.2	Usos Não Consuntivos .....	54

3.2.1	Geração de Energia e Regularização de Vazões .....	54
3.2.2	Lançamento de Efluentes.....	56
3.2.3	Recreação, Lazer e Pesca .....	57
3.2.4	Navegação.....	59
4	ESTIMATIVA DAS SÉRIE DE VAZÕES DE USOS CONSUNTIVOS .....	59
4.1	Abastecimento Urbano.....	60
4.1.1	Resultados .....	63
4.2	Abastecimento Rural.....	64
4.2.1	Resultados .....	65
4.3	Criação Animal.....	66
4.3.1	Resultados .....	68
4.4	Irrigação.....	71
4.4.1	Resultados .....	72
4.5	Uso Industrial .....	73
4.5.1	Resultados .....	79
5	CENÁRIOS DE USOS DA ÁGUA.....	82
5.1	Usos Consuntivos .....	82
5.1.1	Abastecimento Urbano.....	82
5.1.2	Abastecimento Rural.....	83
5.1.3	Criação Animal.....	84
5.1.4	Irrigação .....	89
5.1.5	Uso Industrial .....	90
5.1.6	Resultados .....	91
5.2	Usos Não Consuntivos.....	94
5.2.1	Geração de Energia e Regularização de Vazões .....	94
5.2.2	Lançamento de Efluentes.....	94
5.2.3	Recreação, Lazer e Pesca .....	94
5.2.4	Navegação.....	95



---

6	MODELAGEM DE PROPAGAÇÃO DE CHEIAS e QUALIDADE DA ÁGUA.....	95
6.1	Modelo de Propagação de Cheias .....	95
6.2	Modelo de Qualidade da Água .....	96
6.3	Conclusão .....	96
7	DISPONIBILIDADE HÍDRICA.....	96
8	BALANÇO HÍDRICO SUPERFICIAL .....	102
8.1	Resultados e Análises.....	104
9	CONFLITOS POR USO DA ÁGUA .....	105
10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107
11	ANEXOS.....	112
	Anexo 1 – E-mail SDE .....	113
	Anexo 2 – Modelagem .....	117

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - População atendida pelos serviços de abastecimento de água. ....	21
Tabela 3.2 - Captação e consumo de água para os municípios estudados. ....	22
Tabela 3.3 - Mananciais destinados ao abastecimento dos municípios avaliados. ....	23
Tabela 3.4 - Volume de água captada e tratada pelas prestadoras de serviços de água e esgoto dos municípios envolvidos. ....	24
Tabela 3.5 - Registros para abastecimento público na área de estudo. ....	25
Tabela 3.6 - Demanda hídrica para abastecimento público por município. ....	27
Tabela 3.7 - Demanda hídrica superficial para abastecimento público por município. ....	28
Tabela 3.8 - Demandas hídricas subterrâneas para abastecimento público por município. ...	29
Tabela 3.9 - Área irrigada e métodos de irrigação, de acordo com o Censo Agropecuário de 2006, para os municípios estudados da bacia hidrográfica do rio Canoas. ....	32
Tabela 3.10 - Área irrigada e métodos de irrigação, de acordo com o Censo Agropecuário de 2017, para os municípios estudados da bacia hidrográfica do rio Canoas. ....	33
Tabela 3.11 - Área ocupada pelas lavouras permanentes nos municípios estudados dentro da bacia hidrográfica do rio Canoas. ....	35
Tabela 3.12 - Área ocupada pelas lavouras temporárias nos municípios estudados dentro da bacia hidrográfica do rio Canoas. ....	36
Tabela 3.13 - Áreas irrigáveis nos municípios avaliados. ....	38
Tabela 3.14 - Maiores demandas para irrigação registradas na área de estudo. ....	39
Tabela 3.15 - Demanda hídrica para irrigação por município. ....	40
Tabela 3.16 - Demanda hídrica superficial para irrigação por município. ....	41
Tabela 3.17 - Demandas hídricas subterrâneas para irrigação por município. ....	42
Tabela 3.18 - Usos para uso industrial registrados na área de estudo. ....	44
Tabela 3.19 - Demanda hídrica para uso industrial por município. ....	46
Tabela 3.20 - Demandas hídricas superficiais para uso industrial por município. ....	47
Tabela 3.21 - Demandas hídricas subterrâneas para uso industrial por município. ....	48
Tabela 3.22 - Número de animais por espécie e por município. ....	49
Tabela 3.23 - Maiores demandas para irrigação registradas na área de estudo. ....	51
Tabela 3.24 - Demanda hídrica para criação animal por município. ....	52
Tabela 3.25 - Demandas hídricas superficiais para criação animal por município. ....	53

Tabela 3.26 - Demandas hídricas subterrâneas para criação animal por município. ....	54
Tabela 3.27 - Outorga de regularização de vazão. ....	55
Tabela 3.28 - Lançamento de efluentes brutos nos municípios da área de estudo. ....	56
Tabela 3.29 - Lançamentos de efluentes no rio Canoas. ....	57
Tabela 4.1 - Consumo <i>per capita</i> adotado para cada município. ....	61
Tabela 4.2 - Demandas hídricas para abastecimento urbano. ....	63
Tabela 4.3 - Demandas hídricas para abastecimento rural. ....	65
Tabela 4.4 - Consumo de água <i>per capita</i> por espécie. ....	66
Tabela 4.5 - Demandas hídricas para criação animal. ....	68
Tabela 4.6 - Vazões de captação e consumo específico. ....	71
Tabela 4.7 - Demandas hídricas para irrigação. ....	72
Tabela 4.8 - Coeficientes de retirada e consumo industrial. ....	74
Tabela 4.9 - Demandas hídricas para uso industrial. ....	79
Tabela 5.1 - Populações urbanas extrapoladas para os anos de 2021, 2022, 2030 e 2040. ....	83
Tabela 5.2 - Populações rurais extrapoladas e ajustadas para os anos de 2021, 2022, 2030 e 2040. ....	84
Tabela 5.3 - Número de rebanhos extrapolados e ajustados para 2021. ....	85
Tabela 5.4 - Número de rebanhos extrapolados e ajustados para 2022. ....	86
Tabela 5.5 - Número de rebanhos extrapolados e ajustados para 2030. ....	87
Tabela 5.6 - Número de rebanhos extrapolados e ajustados para 2040. ....	88
Tabela 5.7 - Áreas irrigadas extrapoladas e ajustadas para os anos de 2021, 2022, 2030 e 2040. ....	90
Tabela 5.8 - Número de empregados extrapolados do setor industrial para os anos de 2021, 2022, 2030 e 2040. ....	91
Tabela 5.9 - Demandas hídricas para o ano de 2021. ....	92
Tabela 5.10 - Demandas hídricas para o ano de 2022. ....	92
Tabela 5.11 - Demandas hídricas para o ano de 2030. ....	93
Tabela 5.12 - Demandas hídricas para o ano de 2040. ....	93
Tabela 7.1 - Estações fluviométricas analisadas no Projeto Básico da PCH Canoas. ....	97
Tabela 7.2 - Vazões médias mensais da Estação Vila Canoas (71200000) em m <sup>3</sup> /s. ....	99



---

Tabela 7.3 - Vazões médias mensais da Estação Ponte Alta do Sul (71383000) em m <sup>3</sup> /s.	100
Tabela 7.4 - Vazões médias mensais da Estação Passo Caru (71550000) em m <sup>3</sup> /s. ....	101
Tabela 7.5 - Disponibilidade hídrica na calha principal do rio Canoas. ....	102
Tabela 8.1 - Disponibilidade ao longo do rio Canoas. ....	105
Tabela 8.2 - Demandas, consumos e retornos hídricos na área de estudo. ....	105
Tabela 8.3 - Índices de Retirada da Água. ....	105

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Perfil longitudinal do leito fluvial do rio Canoas.....	14
Figura 3.1 - Demanda hídrica por finalidade na área de estudo. ....	17
Figura 3.2 - Demanda hídrica superficial por finalidade na área de estudo.....	17
Figura 3.3 - Demanda hídrica subterrânea por finalidade na área de estudo.....	18
Figura 3.4 - Casas de campo identificadas no Alto Canoas, no município de Urubici. ....	19
Figura 3.5 - Comunidades rurais nas margens do médio curso do rio Canoas. ....	20
Figura 3.6 - Unidade da Casan no município de Otacílio Costa.....	21
Figura 3.7 - Monoculturas presentes na área de estudo.....	30
Figura 3.8 - Áreas irrigáveis no estado de Santa Catarina.....	37
Figura 3.9 - Atividades industriais.....	43
Figura 3.10 - Registros de criação animal e áreas de pastagem. ....	50
Figura 3.11 - Empreendimentos hidrelétricos no rio Canoas. ....	55
Figura 3.12 - Estruturas destinadas ao turismo ecológico no município de Urubici.....	58
Figura 3.13 - Índícios de pesca no rio Canoas. ....	58
Figura 3.14 - Balsas localizadas no Médio Canoas. ....	59
Figura 7.1 - Curvas de permanência mensal das estações selecionadas.....	102

---

## LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Inserção da área de estudo.....	15
Mapa 2 - Estações fluviométricas avaliadas e selecionadas.....	98



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	Porcentagem
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
A.i.	Área Irrigada
AIBH	Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica
ANA	Agência Nacional das Águas
Aneel	Agência Nacional de Energia Elétrica
Casan	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
Celesc	Centrais Elétricas de Santa Catarina
Ceurh	Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
Cnarh	Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos
Enercan	Campos Novos Energia S.A.
ETA	Estação de Tratamento de Água
etc.	Et cetera
FBB	Fundação Banco do Brasil
FJP	Fundação João Pinheiro
FUNARBE	Fundação Arthur Bernardes
GW	Gigawatt
ha	Hectare
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Ipea	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
Kcap	Coeficiente de captação específica
Kcons	Coeficiente de consumo específico
km	Quilômetros
km <sup>2</sup>	Quilômetros quadrados
kW	Quilowatt
Ltda.	Sociedade Limitada
l/dia	Litros por dia
l/hab.dia	Litros por habitante ao dia
l/s	Litros por segundo
l/s/ha	Litros por segundo por hectare
m <sup>3</sup> /s	Metros cúbicos por segundo
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MW	Megawatt
nº	Número
NBR	Norma Brasileira
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PCH	Pequena Central Hidroelétrica
PERH/SC	Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
Pnud	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável
Pop	População
Q	Vazão
Qcap	Vazão de captação
Qcons	Vazão de consumo
Qpc	Consumo <i>per capita</i>
Qret	Vazão de retorno
RH4	Região Hidrográfica Planalto de Lages
S. A.	Sociedade Anônima
Santur	Agência de Desenvolvimento do Turismo de Santa Catarina
SDE	Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico

---

s.i.	Sem Informação
Sidra	Sistema IBGE de Recuperação Automática
Snirh	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
Snis	Sistema Nacional de Informações em Saneamento
UHE	Usina Hidroelétrica

## 1 INTRODUÇÃO

No âmbito da **Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica (AIBH) do Rio Canoas**, avaliaram-se os principais aspectos ambientais e a dinâmica socioeconômica da **área compreendida pelos municípios banhados pelo rio Canoas**, assim como sua interação com os empreendimentos hidrelétricos em operação, em instalação e previstos para este rio principal. Procurou-se construir, a partir da proposição e da avaliação de cenários prospectivos de crescimento energético e econômico regional, diretrizes e recomendações para o desenvolvimento sustentável da área de estudo.

A AIBH consiste em um instrumento de planejamento obrigatório para fins de licenciamento ambiental de empreendimentos hidrelétricos no estado de Santa Catarina e foi instituída pela Lei Estadual nº 14.652, de 13 de janeiro de 2009 (SANTA CATARINA, 2009). Posteriormente, essa lei foi alterada pela Lei Estadual nº 16.344, de janeiro de 2014 (SANTA CATARINA, 2014), regulamentada pelo Decreto Estadual nº 365, de 10 de setembro de 2015 (SANTA CATARINA, 2015) e, finalmente, modificada pela Lei Estadual nº 17.451, de 10 de janeiro de 2018 (SANTA CATARINA, 2018).

Destaca-se, ainda, a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) e estabelece, entre outros fundamentos, que a gestão dos recursos hídricos, bem como os estudos associados à esta finalidade, deve sempre contemplar os usos múltiplos das águas.

Ainda em referência à Lei nº 9.433/1997 (BRASIL, 1997), os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores que visam fundamentar e orientar a implementação da PNRH. O Snirh, por sua vez, tem como objetivo reunir e divulgar os dados e informações sobre a situação dos recursos hídricos. Já a outorga de direito de uso dos recursos hídricos e o cadastro de usuários são, segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2019), instrumentos que têm como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.

Neste contexto, o presente documento, que constitui o **Volume II - Usos Múltiplos da Água** da AIBH do Rio Canoas, apresenta os estudos de usos múltiplos da água para a área de interesse. Tal investigação foi balizada pelos instrumentos da PNRH, destacando-se, dentre estes, o Plano de Recursos Hídricos; o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (Snirh); as outorgas dos direitos de uso de recursos hídricos e os cadastros de usuários de recursos hídricos.

## 2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

A caracterização quantitativa e qualitativa dos usos múltiplos das águas foi realizada para a área de estudo definida para AIBH, apresentada no Mapa 1, que compreende os municípios banhados pelo rio Canoas e restritos à bacia hidrográfica deste rio principal. Desta maneira, os 18 municípios contemplados são: Abdon Batista; Anita Garibaldi; Bocaina do Sul; Bom Retiro; Brunópolis; Campos Novos; Celso Ramos; Cerro Negro; Correia Pinto; Curitibanos; Lages; Otacílio Costa; Palmeira; Ponte Alta; Rio Rufino; São José do Cerrito; Urubici e Vargem.

Para o diagnóstico das demandas hídricas da área de estudo, consideraram-se, além dos usos existentes no rio Canoas, aqueles com interferências nos recursos hídricos da região, sejam superficiais ou subterrâneos. Para tanto, apreciaram-se as outorgas federais deferidas pela ANA (2021a), o cadastro de usuários de recursos hídricos disponibilizado pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE, 2021a), o Plano Estadual de



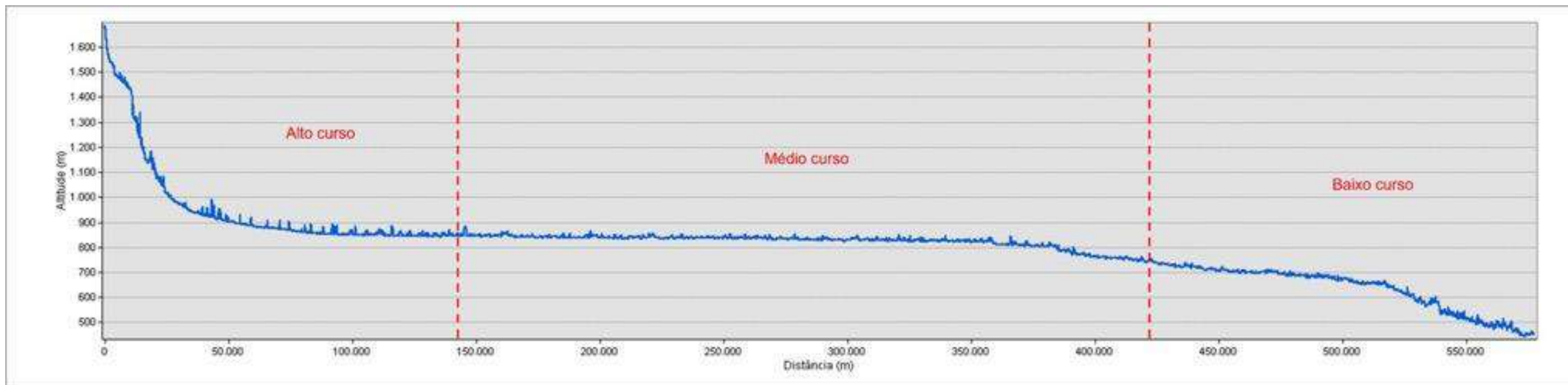
Recursos Hídricos de Santa Catarina (PERH/SC) (SDE, 2017), os planos de saneamento municipais, dentre outros dados e informações pertinentes à utilização de recursos hídricos, os quais são detalhados ao longo do texto.

Em relação aos cadastros disponibilizados pela SDE (2021a), cabe esclarecer que os dados são fruto de etapa preliminar à outorga, cujo registro é realizado pelo próprio usuário e correspondem, portanto, aos usos insignificantes, aos usos a serem outorgados e aos usos já outorgados, compreendendo interferências em recursos hídricos de dominialidade estadual e federal. Diante disso, visando evitar a duplicidade, foram descartados os cadastros que representam outorgas federais já emitidas pela ANA. Pontua-se, ainda, que o referido banco de dados, conforme informado por colaborador da SDE via e-mails apresentados no Anexo A, é utilizado para fins de planejamento e avaliação da disponibilidade hídrica para concessão das outorgas estaduais.

Na sequência, com intuito de traçar um referencial espacial de análise dos atributos físicos, a área de estudo foi tratada com auxílio do perfil longitudinal do leito fluvial exposto na Figura 2.1, segundo os compartimentos (Alto, Médio e Baixo) do rio Canoas, apresentados, também, no Mapa 1.

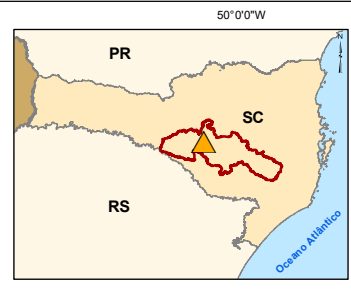
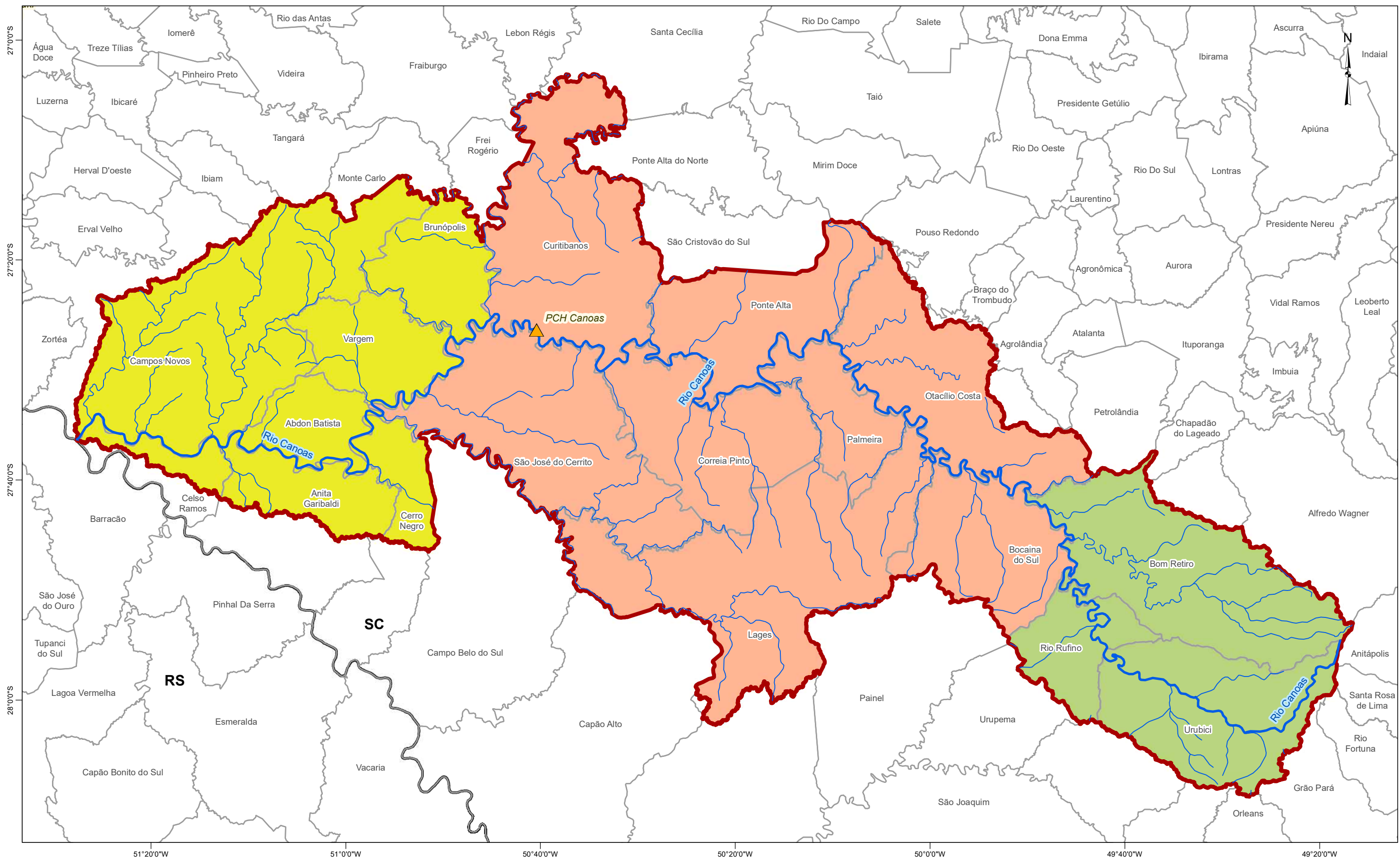
As incursões feitas em campo tiveram, também, papel fundamental para que a avaliação dos usos da água representasse a utilização dos recursos hídricos na área de estudo.

Este conjunto de informações e análises é essencial para a compreensão da dinâmica quanto à demanda e disponibilidade hídrica da região em estudo, contribuindo para a elaboração do diagnóstico ambiental; para a estimativa de vazões de usos para as diversas finalidades; para a projeção de cenários futuros, bem como para a comparação das demandas com a disponibilidade hídrica e análise de conflitos na região, componentes indispensáveis no contexto da AIBH.

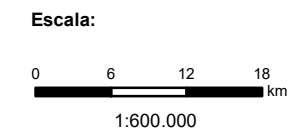


**Figura 2.1 - Perfil longitudinal do leito fluvial do rio Canoas.**

Nota: Em destaque, na cor vermelha, os compartimentos (alto, médio e baixo) do rio Canoas.



- Legenda**
- PCH Canoas
  - Hidrografia principal
  - Alto Canoas
  - Médio Canoas
  - Baixo Canoas
  - Limite da área de estudo
  - Limite municipal
  - Limite estadual



**Fonte:** ANA, 2006 (hidrografia) e IBGE, 2019 (limites territoriais).  
**Coordenada:** Sistema de Coordenadas Geográficas.  
 Projeção Datum SIRGAS 2000 - 22S.

<b>Projeto:</b> AVALIAÇÃO INTEGRADA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CANOAS			
<b>Título:</b> COMPARTIMENTAÇÃO DO RIO CANOAS			
<b>Verificação:</b> Joana Cruz		<b>Geoprocessamento:</b> Azurit Engenharia	
<b>Data:</b> Junho/2021	<b>Mapa:</b> F	<b>Fl.:</b> -	



### 3 DIAGNÓSTICO DOS USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA

O diagnóstico dos usos das águas e sua relevância no contexto geral são fundamentais para o gerenciamento adequado dos recursos hídricos, sendo necessário o esclarecimento de alguns conceitos essenciais.

O uso da água deve ser identificado como consuntivo quando ocorre a redução do volume de água de um corpo hídrico, resultando em alteração da disponibilidade. Já o uso não consuntivo é caracterizado quando não ocorre redução de volume, podendo, no entanto, alterar condicionantes físicas e afetar outros setores (BRASIL, 2006).

O levantamento dos usos não consuntivos exerce papel fundamental na esfera do diagnóstico dos usos múltiplos, sendo imperativo para avaliar a qualidade da água disponível, eventuais alterações no regime fluviométrico, além de refletir a interação dos usuários com os recursos hídricos.

A estimativa das demandas relativas aos usos consuntivos da água, por sua vez, tem por objetivo subsidiar os estudos técnicos que visam manter atualizado o balanço entre a demanda e a disponibilidade hídrica, em quantidade, para o eficaz gerenciamento dos recursos hídricos (BRASIL, 2006).

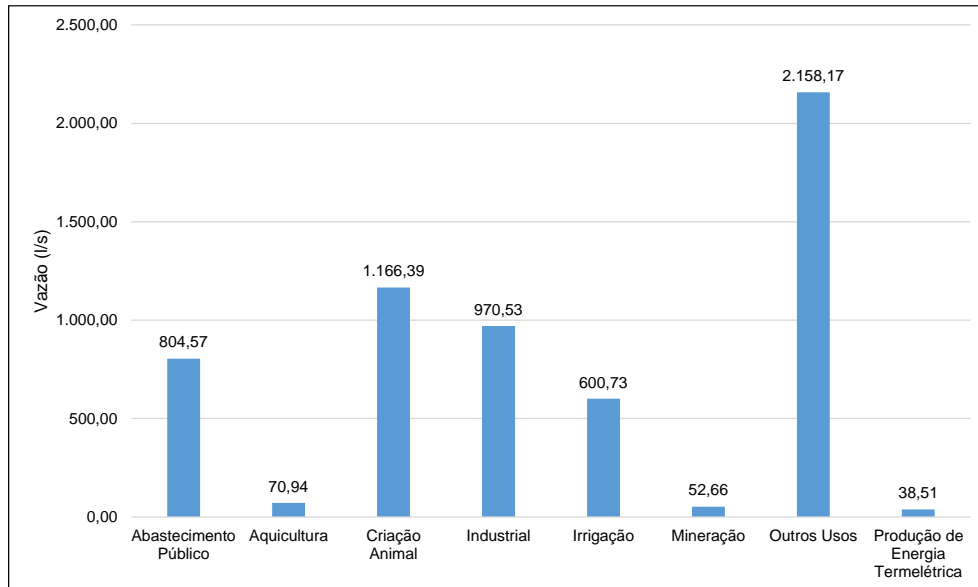
De maneira resumida, após consultas ao Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (Cnarh) (ANA, 2021a) e ao Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos (Ceurh) (SDE, 2021a), constatou-se que os usos consuntivos mais significantes na área de estudo são, nesta ordem: a criação animal; o uso industrial; o abastecimento público e a irrigação. Paralelamente, aquicultura, mineração, produção de energia termelétrica, dentre outros, foram identificados com menor relevância.

No que se refere aos usos não consuntivos identificados, destacam-se o aproveitamento hidrelétrico; o lançamento de efluentes; a regularização de vazões; a recreação; a pesca e a navegação.

Diante do exposto e no contexto do diagnóstico dos usos múltiplos para a **AIBH do Rio Canoas**, apresenta-se, a seguir, a descrição detalhada sobre cada uso hídrico preponderante dentro da área de estudo.

#### 3.1 Usos Consuntivos

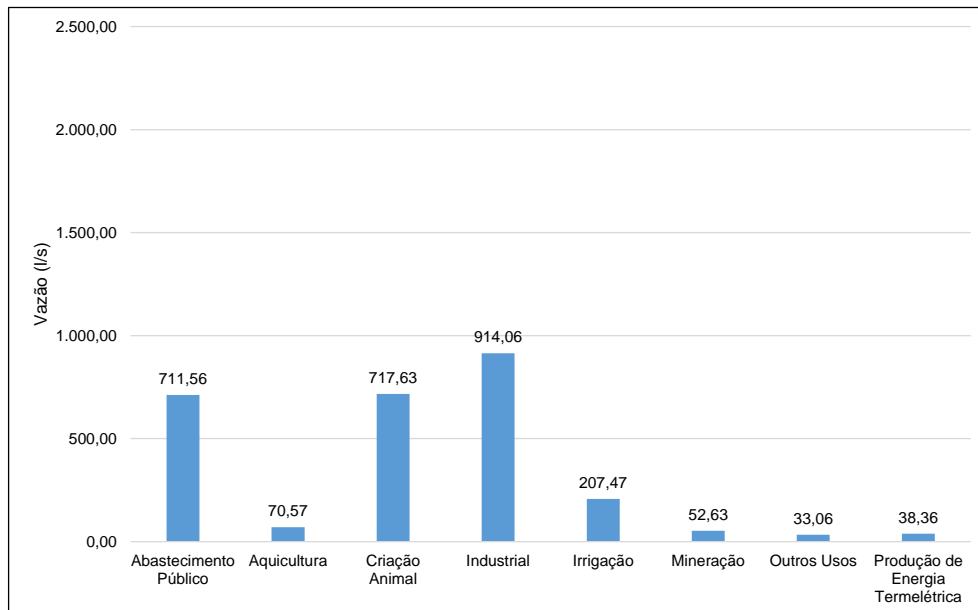
Conforme já mencionado, os usos consuntivos mais significantes na área de estudo são: a criação animal (19,90%); o uso industrial (16,56%); o abastecimento público (13,72%) e a irrigação (10,25%). Paralelamente, foram identificados usos menos expressivos na aquicultura, mineração e produção de energia termelétrica. Atividades que compreendem outras finalidades, por sua vez, representam a maior parte da demanda (36,81%), como demonstra Figura 3.1.



**Figura 3.1 - Demanda hídrica por finalidade na área de estudo.**

Fonte: elaborado a partir de ANA (2021a) e SDE (2021a).

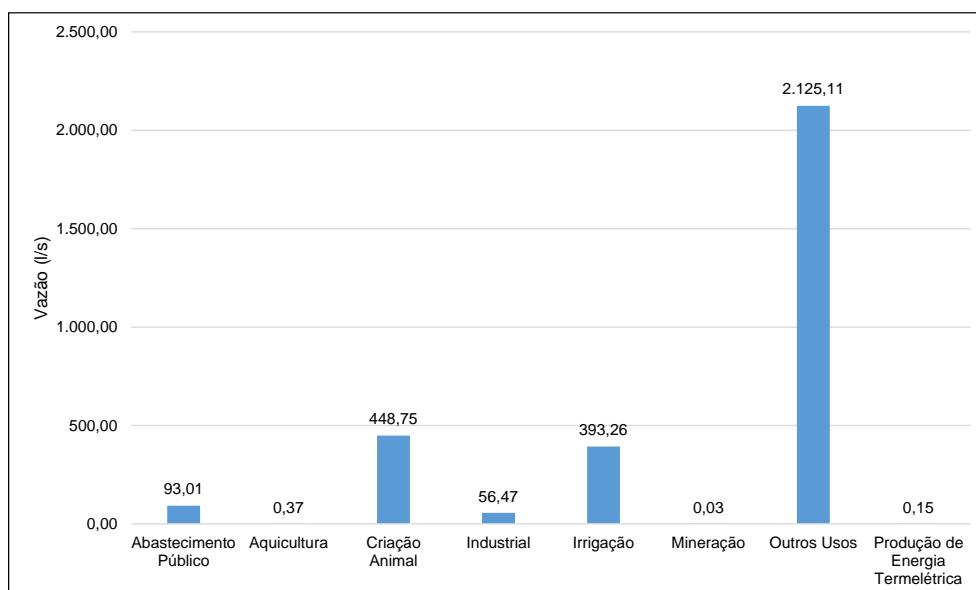
Dentre toda a demanda hídrica consuntiva na área de estudo (5.862,49 l/s), cerca de 47% (2.745,35 l/s) é proveniente de fontes superficiais. Desta, destacam-se o uso industrial, a criação animal e o abastecimento público, conforme Figura 3.2.



**Figura 3.2 - Demanda hídrica superficial por finalidade na área de estudo.**

Fonte: elaborado a partir de ANA (2021a) e SDE (2021a).

No que se refere aos usos provenientes de fontes subterrâneas, que correspondem a 53,17% (3.117,15 l/s) da demanda hídrica consuntiva, predomina-se a utilização das águas para finalidades diversas, como demonstrado na Figura 3.3. Tal demanda contempla, em geral, usuários com vazões relativamente baixas, as quais, somadas, acarretam significativa retirada de água.



**Figura 3.3 - Demanda hídrica subterrânea por finalidade na área de estudo.**

Fonte: elaborado a partir de ANA (2021a) e SDE (2021a).

### 3.1.1 Abastecimento Humano

#### 3.1.1.1 *Abastecimento Rural*

De acordo com os Planos Municipais de Saneamento (PMSB), elaborados pela SDE (2011a, 2011b, 2011c, 2011d, 2011e, 2011f, 2011g, 2011h, 2011i, 2011j) e, para os municípios de Correia Pinto e Otacílio Costa, elaborados pela Notus Serviços de Engenharia S/C Ltda. (NOTUS, 2015a, 2015b), o abastecimento das comunidades rurais dos municípios integrantes da área de estudo se dava por meio de prestadoras de serviço de água e/ou ações individuais ou comunitárias, para as quais eram utilizadas captações superficiais e/ou subterrâneas.

Durante os trabalhos de campo foram visitadas áreas rurais às margens do rio Canoas. Em especial na porção denominada Alto Canoas, verificou-se a presença de pousadas e campings voltados ao turismo, bem como de casas de campo destinadas ao lazer e/ou aluguel em temporada, conforme Figura 3.4. No Médio e Baixo Canoas, por sua vez, foram identificadas algumas comunidades rurais, demonstradas na Figura 3.5.

Embora não tenham sido identificados pontos de captação durante a vistoria de campo, é plausível admitir que o abastecimento humano ocorra, principalmente, por meio de captações individuais, sejam subterrâneas ou superficiais.

Ratificando o que foi anteriormente descrito, verificou-se, segundo SDE (2021b), significativa demanda hídrica para usos diversos. Tal demanda é abarcada, em geral, por usuários localizados em zonas rurais e com vazões de captação relativamente baixas, sendo, em sua maioria, provenientes de fontes subterrâneas.

Cabe salientar, ainda, que, para o abastecimento rural, não foi possível realizar a avaliação quantitativa da demanda hídrica, uma vez que os dados utilizados não diferenciam o abastecimento público para população rural e urbana.



Figura 3.4 - Casas de campo identificadas no Alto Canoas, no município de Urubici.





**Figura 3.5 - Comunidades rurais nas margens do médio curso do rio Canoas.**

Nota: A - Residência na comunidade Glória, no município de São José do Cerrito. B - Merceria na comunidade Vila Santa Catarina, no município de Curitibaanos. C - Igreja na comunidade São João, no município de São José do Cerrito.

### 3.1.1.2 Abastecimento Urbano

No que se refere à elaboração do diagnóstico dos serviços de abastecimento urbano de água dos municípios avaliados, o presente estudo valeu-se, principalmente, dos dados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento (Snis) (BRASIL, 2019).

Neste contexto, a população urbana dos municípios integrantes da área de estudo é abastecida pelas prestadoras de serviço de água e esgoto que captam a água de mananciais, tratam e a distribuem aos domicílios. Sabe-se que o abastecimento é realizado, em sua maioria, pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan), exemplificada na Figura 3.6, existindo, também, municípios cuja responsabilidade pelo serviço é da prefeitura municipal.





**Figura 3.6 - Unidade da Casan no município de Otacílio Costa.**

Ainda de acordo com o Snis (BRASIL, 2019), 299.358 habitantes dos municípios da área de estudo eram atendidos com serviços de abastecimento de água oferecidos pelas prestadoras de serviços autônomos. A população total desses municípios, na época do levantamento, correspondia a 328.279 habitantes. Portanto, conforme Tabela 3.1, o índice de atendimento de água era, em média, 75,47%, sendo que este índice alcança 99,87% quando se trata de abastecimento à população urbana.

**Tabela 3.1 - População atendida pelos serviços de abastecimento de água.**

Município	População total (Habitação)	População total atendida com abastecimento de água (habitante)	População urbana atendida (habitante)	População rural atendida (habitante)	Índice de atendimento urbano (%)	Índice de atendimento total (%)
Abdon Batista	2.563	2.563	699	1.864	100	100
Anita Garibaldi	7.133	5.633	3.765	1.868	100	78,97
Bocaina do Sul	3.474	1.337	1.021	316	100	38,49
Bom Retiro	9.966	7.342	71.152	190	100	73,67
Brunópolis	2.420	2.420	599	1.821	100	100
Campos Novos	36.244	34.917	29.304	5.613	98,1	96,34
Celso Ramos	2.728	1.477	858	619	100	54,14
Cerro Negro	3.124	1.247	666	581	100	39,92
Correia Pinto	12.795	12.731	10.404	2.327	100	99,5
Curitibanos	39.745	37.807	36.608	1.199	100	95,12
Lages	157.544	154.739	154.615	124	99,9	98,22
Otacílio Costa	18.744	17.788	17.085	703	100	94,9
Palmeira	2.627	1.396	1.024	372	100	53,14
Ponte Alta	4.682	4.186	3.420	766	99,9	89,41
Rio Rufino	2.483	1.200	700	500	99,9	48,33
São José do Cerrito	8.295	2.672	2.229	443	100	32,21
Urubici	11.235	7.426	7.420	6	100	66,1
Vargem	2.477	2.477	790	1.687	100	100
<b>Total</b>	<b>328.279</b>	<b>299.358</b>	<b>342.359</b>	<b>20.999</b>	<b>99,87</b>	<b>75,47</b>

Fonte: BRASIL (2019).

Em termos quantitativos, conforme Tabela 3.2, a captação de água para abastecimento público nos municípios estudados, segundo Snis (BRASIL, 2019), totalizava 947,81 l/s. Entretanto, do total captado, eram consumidos apenas 527,27 l/s, o que remete ao índice médio de perdas de 34,75% na distribuição, com consumo médio de água *per capita* de 151,60 l/hab/dia.

**Tabela 3.2 - Captação e consumo de água para os municípios estudados.**

Município	Prestador de serviço	Vazão produzida (l/s)	Vazão consumida (l/s)	Consumo médio per capita (l/hab/dia)	Índice de perdas (%)
Abdon Batista	PREFEITURA	22,20	17,44	588,3	21,43
Anita Garibaldi	CASAN	10,98	7,08	109,8	35,46
Bocaina do Sul	CASAN	3,18	2,02	130,8	36,24
Bom Retiro	CASAN	13,54	9,64	114,2	28,66
Brunópolis	PREFEITURA	6,34	5,71	201,6	10
Campos Novos	PREFEITURA	81,50	48,78	120,9	40,14
Celso Ramos	CASAN	2,79	1,73	102,7	38,1
Cerro Negro	CASAN	2,37	1,58	110,61	33,46
Correia Pinto	CASAN	30,72	18,91	126,8	38,44
Curitibanos	CASAN	93,37	50,42	116,3	45,93
Lages	PREFEITURA	597,35	313,20	174,7	42,19
Otacílio Costa	CASAN	44,27	25,48	124,2	42,45
Palmeira	CASAN	3,21	1,89	118,3	41,12
Ponte Alta	CASAN	8,67	5,28	109,2	37,23
Rio Rufino	PREFEITURA	2,63	2,38	171,2	9,64
São José do Cerrito	CASAN	5,51	3,24	105,6	41,17
Urubici	CASAN	13,45	10,23	121,1	23,86
Vargem	PREFEITURA	5,71	2,28	82,4	60
<b>Total</b>	-	<b>947,81</b>	<b>527,27</b>	<b>151,59 *</b>	<b>34,75 *</b>

Fonte: BRASIL (2019).

Nota: \* média dos valores atribuídos aos municípios da área de estudo.

A Tabela 3.3 apresenta o compilado das fontes de captação para abastecimento de água dos municípios estudados.

**Tabela 3.3 - Mananciais destinados ao abastecimento dos municípios avaliados.**

<b>Município</b>	<b>Tipo de captação</b>	<b>Curso d'água</b>
Abdon Batista	Subterrânea	-
Anita Garibaldi	Superficial e subterrânea	Rio Lageado dos Antunes
Bocaina do Sul	Superficial e subterrânea	Córrego Assink
Bom Retiro	s/i	-
Brunópolis	Subterrânea	-
Campos Novos	Superficial e subterrânea	Rio Lageado Restingão
Celso Ramos	Subterrânea	-
Cerro Negro	Subterrânea	-
Correia Pinto	Superficial e subterrânea	Rio das Pombas e Rio Canoas
Curitibanos	Superficial e subterrânea	Rio Marombas
Lages	Superficial e subterrânea	Rio Caveiras
Otacílio Costa	Superficial	Rio Desquite e Rio Canoas
Palmeira	Superficial e Subterrânea	Rio Palmeira
Ponta Alta	Superficial e subterrânea	Rio Ponte Alta do Sul
Rio Rufino	Superficial	Rio Rufino
São José do Cerrito	Superficial e subterrânea	Rio Antunes
Urubici	Superficial e subterrânea	Rio Capoeiras
Vargem	Subterrânea	-

Fonte: SDE (2011a, 2011b, 2011c, 2011d, 2011e, 2011f, 2011g, 2011h, 2011i, 2011j)), SDE (2006) e NOTUS (2015a, 2015b).

Nota: s/i: informação não disponível.

Em relação ao tratamento das águas destinadas ao abastecimento urbano, de acordo com Brasil (2019), 94,26% da água captada pelas concessionárias era tratada, estando seus dados disponibilizados na Tabela 3.4.

**Tabela 3.4 - Volume de água captada e tratada pelas prestadoras de serviços de água e esgoto dos municípios envolvidos.**

Município	Prestador de Serviço	Água Captada (l/s)	Água Tratada em ETA (l/s)
Abdon Batista	PREFEITURA	22,20	0,00
Anita Garibaldi	CASAN	10,98	0,00
Bocaina do Sul	CASAN	3,18	0,00
Bom Retiro	CASAN	13,54	13,54
Brunópolis	PREFEITURA	6,34	0,00
Campos Novos	PREFEITURA	81,50	78,22
Celso Ramos	CASAN	2,79	2,79
Cerro Negro	PREFEITURA	2,37	0,00
Correia Pinto	PREFEITURA	30,72	30,72
Curitibanos	CASAN	93,37	93,37
Lages	PREFEITURA	597,35	597,35
Otacílio Costa	CASAN	44,27	44,27
Palmeira	CASAN	3,21	3,21
Ponte Alta	CASAN	8,67	8,80
Rio Rufino	PREFEITURA	2,63	2,63
São José do Cerrito	CASAN	5,51	3,65
Urubici	CASAN	13,45	13,45
Vargem	PREFEITURA	5,71	1,43
<b>Total</b>	<b>-</b>	<b>947,81</b>	<b>893,44</b>

Fonte: Brasil (2019).

Nota: Os municípios de Abdon Batista, Anita Garibaldi, Bocaina do Sul, Brunópolis e Cerro Negro não realizavam o tratamento da água captada.

### 3.1.1.3 Cadastro e Outorgas de Uso de Recursos Hídricos

No que se refere aos cadastros e outorgas de uso de recursos hídricos na área de estudo, conforme já mencionado, a presente avaliação valeu-se de dados disponibilizados pelo Cnarh (ANA, 2021a) e pelo Ceurh (SDE, 2021a).

Com base nos dados supracitados, o abastecimento público representa a terceira maior demanda, correspondendo ao total de 804,57 l/s. De todos os registros para abastecimento público, apresentados na Tabela 3.5, apenas um (1), localizado em Campos Novos, corresponde a uso outorgado pela ANA com captação direta do rio Canoas.

**Tabela 3.5 - Registros para abastecimento público na área de estudo.**

<b>Registro</b>	<b>Interferência</b>	<b>Município</b>	<b>Vazão (l/s)</b>
Outorga ANA	Rio ou curso d'água	Campos Novos	0,06
Cadastro SDE	Poço profundo	Abdon Batista	2,16
Cadastro SDE	Poço profundo	Abdon Batista	0,77
Cadastro SDE	Poço profundo	Abdon Batista	0,58
Cadastro SDE	Poço profundo	Abdon Batista	0,46
Cadastro SDE	Poço profundo	Abdon Batista	0,46
Cadastro SDE	Poço profundo	Abdon Batista	0,24
Cadastro SDE	Poço profundo	Abdon Batista	0,24
Cadastro SDE	Poço profundo	Abdon Batista	0,22
Cadastro SDE	Poço profundo	Abdon Batista	0,20
Cadastro SDE	Poço profundo	Abdon Batista	0,14
Cadastro SDE	Poço profundo	Anita Garibaldi	6,10
Cadastro SDE	Poço profundo	Anita Garibaldi	4,75
Cadastro SDE	Poço profundo	Anita Garibaldi	0,33
Cadastro SDE	Poço profundo	Anita Garibaldi	0,29
Cadastro SDE	Poço profundo	Anita Garibaldi	0,27
Cadastro SDE	Poço profundo	Anita Garibaldi	0,21
Cadastro SDE	Poço profundo	Anita Garibaldi	0,17
Cadastro SDE	Poço profundo	Bocaina do Sul	1,44
Cadastro SDE	Poço profundo	Bocaina do Sul	1,44
Cadastro SDE	Poço profundo	Bocaina do Sul	1,40
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Bocaina do Sul	0,96
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Bom Retiro	9,47
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Bom Retiro	3,84
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Bom Retiro	1,23
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Bom Retiro	0,58
Cadastro SDE	Poço profundo	Brunópolis	2,19
Cadastro SDE	Poço profundo	Brunópolis	2,19
Cadastro SDE	Poço profundo	Brunópolis	1,71
Cadastro SDE	Poço profundo	Campos Novos	5,48
Cadastro SDE	Poço profundo	Campos Novos	1,33
Cadastro SDE	Poço profundo	Campos Novos	0,51
Cadastro SDE	Poço profundo	Campos Novos	0,48
Cadastro SDE	Poço profundo	Campos Novos	0,47
Cadastro SDE	Poço profundo	Campos Novos	0,23
Cadastro SDE	Poço profundo	Campos Novos	0,23
Cadastro SDE	Poço profundo	Campos Novos	0,19
Cadastro SDE	Poço profundo	Campos Novos	0,10
Cadastro SDE	Poço profundo	Campos Novos	0,08
Cadastro SDE	Poço profundo	Celso Ramos	2,18
Cadastro SDE	Poço profundo	Celso Ramos	0,68
Cadastro SDE	Poço profundo	Celso Ramos	0,34

*Continua...*

Continuação

<b>Registro</b>	<b>Interferência</b>	<b>Município</b>	<b>Vazão (l/s)</b>
Cadastro SDE	Poço profundo	Celso Ramos	0,23
Cadastro SDE	Poço profundo	Celso Ramos	0,22
Cadastro SDE	Poço profundo	Celso Ramos	0,15
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Correia Pinto	33,96
Cadastro SDE	Poço profundo	Correia Pinto	4,01
Cadastro SDE	Poço profundo	Correia Pinto	0,48
Cadastro SDE	Poço profundo	Correia Pinto	0,14
Cadastro SDE	Poço profundo	Curitibanos	8,22
Cadastro SDE	Poço profundo	Curitibanos	3,42
Cadastro SDE	Poço profundo	Curitibanos	3,08
Cadastro SDE	Poço profundo	Curitibanos	3,08
Cadastro SDE	Poço profundo	Curitibanos	2,96
Cadastro SDE	Poço profundo	Curitibanos	2,05
Cadastro SDE	Poço profundo	Curitibanos	2,05
Cadastro SDE	Poço profundo	Curitibanos	2,05
Cadastro SDE	Poço profundo	Curitibanos	2,05
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Lages	591,78
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	1,14
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,11
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,11
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Otacílio Costa	37,72
Cadastro SDE	Poço profundo	Palmeira	4,58
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Palmeira	3,11
Cadastro SDE	Poço profundo	Palmeira	2,05
Cadastro SDE	Poço profundo	Palmeira	2,05
Cadastro SDE	Poço profundo	Palmeira	1,03
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Ponta Alta	8,21
Cadastro SDE	Poço profundo	Ponta Alta	1,03
Cadastro SDE	Poço profundo	Ponta Alta	0,65
Cadastro SDE	Barragem de nível ou de acumulação	Rio Rufino	3,81
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	São José do Cerrito	3,45
Cadastro SDE	Poço profundo	São José do Cerrito	1,83
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Urubici	13,37
Cadastro SDE	Nascente	Urubici	0,04
Cadastro SDE	Poço profundo	Vargem	2,19
Cadastro SDE	Poço profundo	Vargem	0,57
Cadastro SDE	Poço profundo	Vargem	0,28
Cadastro SDE	Poço profundo	Vargem	0,27
Cadastro SDE	Poço profundo	Vargem	0,24
Cadastro SDE	Poço profundo	Vargem	0,21
Cadastro SDE	Poço profundo	Vargem	0,17

Fonte: elaborado a partir de ANA (2021a) e SDE (2021a).



Avaliou-se, ainda, a demanda hídrica para abastecimento público por município. Conforme Tabela 3.6, destaca-se o município de Lages, que apresenta consumo de 593,15 l/s, correspondente a 73,72% da demanda de toda a área de estudo.

**Tabela 3.6 - Demanda hídrica para abastecimento público por município.**

<b>Município</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Vazão (l/s)</b>	<b>% da vazão</b>
Abdon Batista	10	5,44	0,68%
Anita Garibaldi	7	12,11	1,51%
Bocaina do Sul	4	5,24	0,65%
Bom Retiro	4	15,13	1,88%
Brunópolis	3	6,10	0,76%
Campos Novos	11	9,16	1,14%
Celso Ramos	6	3,81	0,47%
Cerro Negro	0	0,00	0,00%
Correia Pinto	4	38,59	4,80%
Curitibanos	9	28,99	3,60%
Lages	4	593,15	73,72%
Otacílio Costa	1	37,72	4,69%
Palmeira	5	12,82	1,59%
Ponta Alta	3	9,89	1,23%
Rio Rufino	1	3,81	0,47%
São José do Cerrito	2	5,28	0,66%
Urubici	2	13,41	1,67%
Vargem	7	3,93	0,49%
<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>804,57</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: elaborado a partir de ANA (2021a) e SDE (2021a).

### 3.1.1.3.1 Demanda Superficial

De toda a demanda hídrica para abastecimento urbano, 88,44% (711,56 l/s) provêm de captações superficiais, destacando-se, novamente, conforme Tabela 3.7, o município de Lages, cuja captação representa 83,17% desse valor.

**Tabela 3.7 - Demanda hídrica superficial para abastecimento público por município.**

<b>Município</b>	<b>No de captações</b>	<b>Vazão (l/s)</b>	<b>% da vazão</b>
Abdon Batista	0	0,00	0,00%
Anita Garibaldi	0	0,00	0,00%
Bocaina do Sul	1	0,96	0,13%
Bom Retiro	4	15,13	2,13%
Brunópolis	0	0,00	0,00%
Campos Novos	1	0,06	0,01%
Celso Ramos	0	0,00	0,00%
Cerro Negro	0	0,00	0,00%
Correia Pinto	1	33,96	4,77%
Curitibanos	0	0,00	0,00%
Lages	1	591,78	83,17%
Otacílio Costa	1	37,72	5,30%
Palmeira	1	3,11	0,44%
Ponta Alta	1	8,21	1,15%
Rio Rufino	1	3,81	0,53%
São José do Cerrito	1	3,45	0,49%
Urubici	1	13,37	1,88%
Vargem	0	0,00	0,00%
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>711,56</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: elaborado a partir de ANA (2021a) e SDE (2021a).

### 3.1.1.3.2 Demanda Subterrânea

No que se refere à captação subterrânea para abastecimento público, a vazão total é de apenas 93,01 l/s, sendo que 31,17% (28,99 l/s), como apresentado na Tabela 3.8, são destinados à cidade de Curitibanos. Além disso, as cidades de Anita Garibaldi (13,02%), Palmeira (10,44%) e Campos Novos (9,78%) representam relevante porção da vazão total.

**Tabela 3.8 - Demandas hídricas subterrâneas para abastecimento público por município.**

Município	No de captações	Vazão (l/s)	% da vazão
Abdon Batista	10	5,44	5,85%
Anita Garibaldi	7	12,11	13,02%
Bocaina do Sul	3	4,28	4,60%
Bom Retiro	0	0,00	0,00%
Brunópolis	3	6,10	6,55%
Campos Novos	10	9,10	9,78%
Celso Ramos	6	3,81	4,09%
Cerro Negro	0	0,00	0,00%
Correia Pinto	3	4,63	4,98%
Curitibanos	9	28,99	31,17%
Lages	3	1,37	1,47%
Otacílio Costa	0	0,00	0,00%
Palmeira	4	9,71	10,44%
Ponta Alta	2	1,67	1,80%
Rio Rufino	0	0,00	0,00%
São José do Cerrito	1	1,83	1,96%
Urubici	1	0,04	0,04%
Vargem	7	3,93	4,23%
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>93,01</b>	<b>100,00%</b>

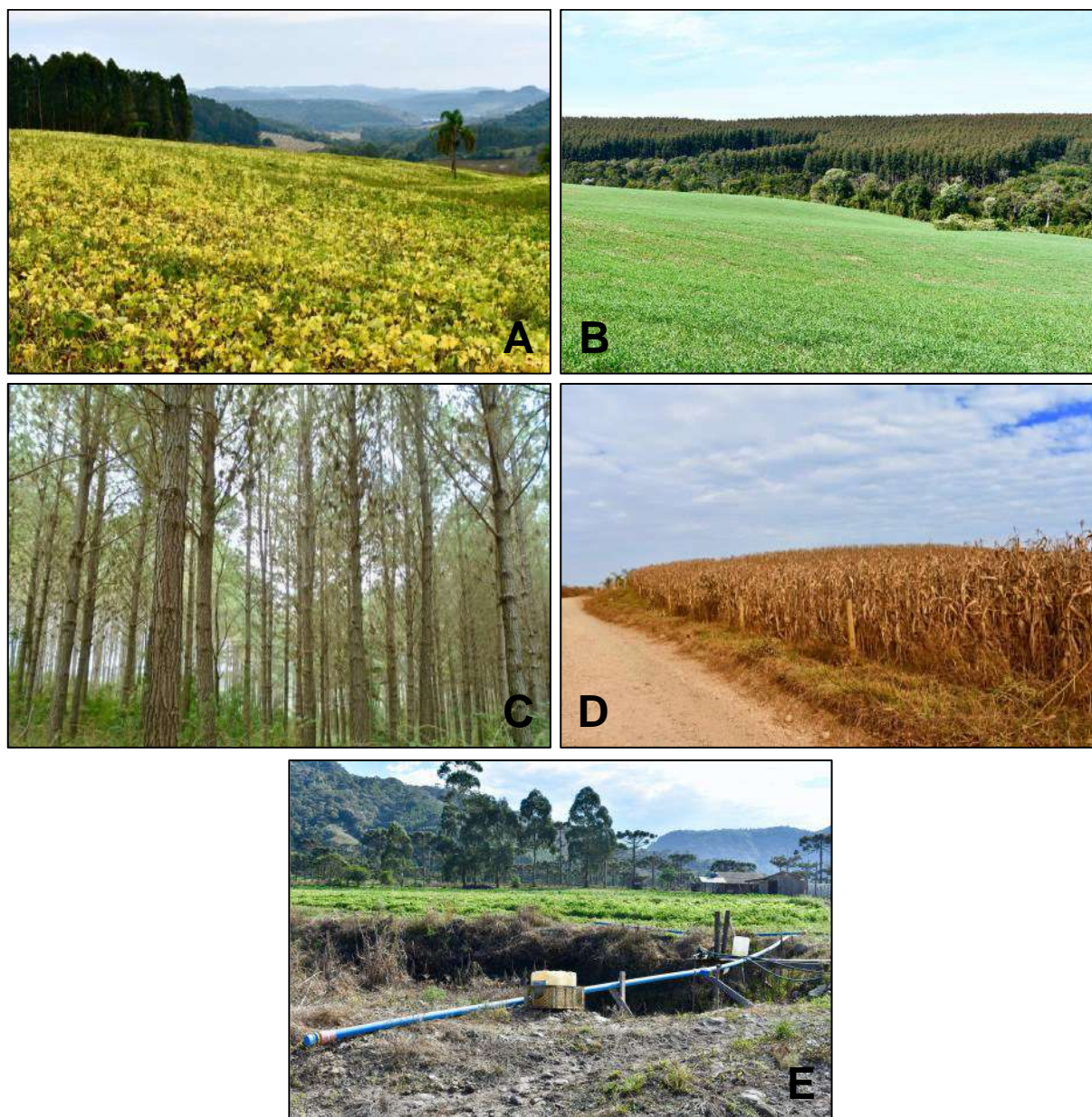
Fonte: elaborado a partir de ANA (2021a) e SDE (2021a).

### 3.1.2 Irrigação

No Brasil, conforme Snirh (ANA, 2021b), a irrigação é responsável pela maior parcela de retirada de água, com vazão de mais de 1.000 m<sup>3</sup>/s, correspondendo a 50,2% do total captado. Não diferentemente, de acordo com PERH/SC (SDE, 2017), a irrigação, na época do estudo, correspondia à maior demanda hídrica do estado de Santa Catarina, responsável por 48% da vazão de retirada total, sendo a soja, o milho e o arroz as principais culturas agrícolas.

Localmente, na porção estudada da bacia do rio Canoas, com base em ANA (2021a) e SDE (2021b), a irrigação é responsável por 10,24% da demanda hídrica, sendo que sua vazão de retirada equivale a 600,73 l/s.

Conforme visita de campo e Figura 3.7, há a prática da agricultura às margens do rio Canoas, sendo as monoculturas de milho, soja, eucalipto e pinus os principais cultivos verificados. Observaram-se, ainda, cultivos de maçã, uva e laranja, sendo o estado de Santa Catarina o maior produtor nacional de maçã. Cabe destacar que, na agricultura de grande porte, constatou-se intensa mecanização e sistemas de irrigação.



**Figura 3.7 - Monoculturas presentes na área de estudo.**

Nota: A – Em primeiro plano, monocultura de soja. Em segundo plano, cultura de Pinus, no município de São José do Cerrito; B e C – Cultivo de Eucalipto, no município de Ponte Alta; D – Cultivo de milho, no município de Anita Garibaldi; E – Sistema de irrigação e cultivo de hortaliças ao fundo, no município de Urubici.

### 3.1.2.1 Área Irrigada

De acordo com dados do Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2006), a área total irrigada dos 18 municípios estudados equivalia a 1.838,14 ha, totalizando 421 estabelecimentos. Esta pesquisa apontou, ainda, que o município de Curitiba apresentava a maior área irrigada, com 734,74 ha, seguido por Urubici com 491,86 ha. Constatou-se, também, conforme Tabela 3.9, que o método de irrigação mais utilizado era o de aspersão (322 estabelecimentos, correspondendo a 76,48% do total), seguido pela irrigação localizada (63 estabelecimentos, representando 14,96% do total).

Já no Censo Agropecuário realizado no ano de 2017 (IBGE, 2017), foram cadastrados 811 estabelecimentos, denotando área irrigada de 2.260 ha nos municípios avaliados. Nesse levantamento, o método de irrigação por aspersão continuou sendo o mais utilizado.

Foi abordada também, conforme Tabela 3.10, a relação entre área irrigada e método de irrigação utilizado que apontou que, considerando o Censo Agropecuário realizado no ano de 2017 (IBGE, 2017), 65,4% da área (1.478 ha) era irrigada pelo método por aspersão; 31,68% (716 ha) pelo método localizado (gotejamento, micro aspersão etc.) e 2,92% (66 ha) por outros métodos.

Ainda tendo como referência os resultados da pesquisa mais recente (IBGE, 2017), os municípios de Curitibaanos (650 ha), Lages (425 ha) e Urubici (328 ha) apresentaram a maior extensão de áreas irrigadas na região, cenário diferente se comparado ao censo de 2006 (IBGE, 2006), que apontou os municípios de Curitibaanos (734,47 ha), Urubici (491,86 ha) e Bom Retiro (175,56 ha) com as maiores extensões de áreas irrigadas. Nesse período, os municípios que se destacaram na expansão de áreas irrigadas foram Lages e Brunópolis, passando de 40 ha e 47 ha, em 2006, para 425 ha e 137 ha em 2017, respectivamente.



**Tabela 3.9 - Área irrigada e métodos de irrigação, de acordo com o Censo Agropecuário de 2006, para os municípios estudados da bacia hidrográfica do rio Canoas.**

Método de Irrigação		Município																		Total
		Abdon Batista	Anita Garibaldi	Bocaina do Sul	Bom Retiro	Brunópolis	Campos Novos	Celso Ramos	Cerro Negro	Correia Pinto	Curitibanos	Lages	Otacílio Costa	Palmeira	Ponte Alta	Rio Rufino	São José do Cerrito	Urubici	Vargem	
Inundação	Estabelecimentos	-	-	-	1,00	1,00	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	<b>6,00</b>
	Área (ha)	-	-	-	*	*	4,52	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	<b>4,52</b>
Sulcos	Estabelecimentos	-	1,00	-	-	-	1,00	-	-	-	1,00	-	1,00	-	1,00	1,00	-	-	-	<b>6,00</b>
	Área (ha)	-	*	-	-	-	*	-	-	-	*	-	*	-	*	*	-	-	-	<b>0,00</b>
Aspersão (Pivô Central)	Estabelecimentos	-	-	-	-	-	2,00	-	-	-	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	<b>4,00</b>
	Área (ha)	-	-	-	-	-	*	-	-	-	*	*	-	-	-	-	-	-	-	<b>0,00</b>
Outros Métodos de Aspersão	Estabelecimentos	3,00	3,00	2,00	45,00	3,00	14,00	8,00	-	7,00	83,00	11,00	1,00	-	4,00	5,00	13,00	116,00	-	<b>318,00</b>
	Área (ha)	4,88	2,45	*	124,36	47,00	150,55	17,04	-	22,13	718,84	29,60	*	-	43,20	38,00	29,29	453,16	-	<b>1.680,50</b>
Localizado	Estabelecimentos	5,00	2,00	-	9,00	-	2,00	7,00	-	-	3,00	5,00	1,00	-	-	3,00	4,00	22,00	-	<b>63,00</b>
	Área (ha)	1,59	*	-	51,20	-	*	4,31	-	-	10,21	6,40	*	-	-	6,00	4,93	38,70	-	<b>123,34</b>
Outros métodos	Estabelecimentos	-	5,00	-	2,00	1,00	1,00	-	2,00	4,00	3,00	4,00	-	-	-	-	1,00	1,00	-	<b>24,00</b>
	Área (ha)	-	3,43	-	*	*	*	-	*	16,89	5,42	4,04	-	-	-	-	*	*	-	<b>29,78</b>
<b>Total</b>	<b>Estabelecimentos</b>	<b>8,00</b>	<b>11,00</b>	<b>2,00</b>	<b>57,00</b>	<b>5,00</b>	<b>23,00</b>	<b>15,00</b>	<b>2,00</b>	<b>11,00</b>	<b>91,00</b>	<b>21,00</b>	<b>3,00</b>	<b>-</b>	<b>5,00</b>	<b>10,00</b>	<b>18,00</b>	<b>139,00</b>	<b>-</b>	<b>421,00</b>
	<b>Área (ha)</b>	<b>6,47</b>	<b>5,88</b>	<b>*</b>	<b>175,56</b>	<b>47,00</b>	<b>155,07</b>	<b>21,35</b>	<b>0,00</b>	<b>39,02</b>	<b>734,47</b>	<b>40,04</b>	<b>0,00</b>	<b>-</b>	<b>43,20</b>	<b>44,00</b>	<b>34,22</b>	<b>491,86</b>	<b>-</b>	<b>1.838,14</b>

Fonte: IBGE (2006).

Nota: \* dados de área indisponíveis.



**Tabela 3.10 - Área irrigada e métodos de irrigação, de acordo com o Censo Agropecuário de 2017, para os municípios estudados da bacia hidrográfica do rio Canoas.**

Métodos de Irrigação		Município																		Total
		Abdon Batista	Anita Garibaldi	Bocaina do Sul	Bom Retiro	Brunópolis	Campos Novos	Celso Ramos	Cerro Negro	Correia Pinto	Curitibanos	Lages	Otacílio Costa	Palmeira	Ponte Alta	Rio Rufino	São José do Cerrito	Urubici	Vargem	
Gotejamento	Estabelecimentos	4,00	24,00	16,00	12,00	-	16,00	3,00	10,00	8,00	25,00	21,00	6,00	2,00	-	6,00	13,00	59,00	-	<b>225,00</b>
	Área (ha)	1,00	15,00	6,00	45,00	-	14,00	*	4,00	50,00	21,00	392,00	1,00	*	-	21,00	22,00	112,00	-	<b>704,00</b>
Microaspersão	Estabelecimentos	-	1,00	1,00	1,00	-	2,00	1,00	-	2,00	11,00	4,00	3,00	2,00	1,00	1,00	1,00	5,00	2,00	<b>38,00</b>
	Área (ha)	-	*	*	*	-	*	*	-	*	10,00	*	2,00	*	*	*	*	*	*	*
Outros métodos	Estabelecimentos	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	1,00	-	1,00	-	-	-	-	-	<b>3,00</b>
	Área (ha)	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	*	-	*	-	-	-	-	-	<b>0,00</b>
Inundação (Superfície)	Estabelecimentos	-	-	-	-	-	-	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>3,00</b>
	Área (ha)	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0,00</b>
Sulcos (Superfície)	Estabelecimentos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0,00</b>
	Área (ha)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0,00</b>
Outros Métodos (Superfície)	Estabelecimentos	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>2,00</b>
	Área (ha)	-	-	-	-	-	*	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0,00</b>
Aspersão (Autopropelido/Carretel Enrolador)	Estabelecimentos	-	-	1,00	5,00	7,00	6,00	-	1,00	1,00	6,00	-	-	-	1,00	1,00	1,00	4,00	-	<b>34,00</b>
	Área (ha)	-	-	*	*	*	83,00	-	*	*	18,00	-	-	-	*	*	*	*	-	<b>101,00</b>
Asspersão (Pivô Central)	Estabelecimentos	-	-	-	-	1,00	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-	-	<b>4,00</b>
	Área (ha)	-	-	-	-	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	<b>0,00</b>
Aspersão (Convencional)	Estabelecimentos	4,00	3,00	2,00	51,00	67,00	22,00	14,00	-	4,00	122,00	9,00	-	4,00	5,00	4,00	24,00	78,00	-	<b>413,00</b>
	Área (ha)	19,00	*	*	100,00	137,00	115,00	53,00	-	17,00	597,00	21,00	-	7,00	11,00	14,00	70,00	216,00	-	<b>1.377,00</b>
Subsuperfície	Estabelecimentos	-	-	-	-	1,00	-	8,00	2,00	1,00	3,00	7,00	-	-	1,00	1,00	-	-	-	<b>24,00</b>
	Área (ha)	-	-	-	-	*	-	41,00	*	*	*	4,00	-	-	*	*	-	-	-	<b>45,00</b>
Molhação	Estabelecimentos	-	-	4,00	1,00	-	3,00	-	16,00	1,00	6,00	17,00	-	-	6,00	-	11,00	-	-	<b>65,00</b>
	Área (ha)	-	-	3,00	*	-	*	-	1,00	*	4,00	8,00	-	-	0,00	-	5,00	-	-	<b>21,00</b>
Total	Estabelecimentos	<b>8,00</b>	<b>28,00</b>	<b>24,00</b>	<b>70,00</b>	<b>76,00</b>	<b>52,00</b>	<b>29,00</b>	<b>30,00</b>	<b>17,00</b>	<b>174,00</b>	<b>59,00</b>	<b>9,00</b>	<b>9,00</b>	<b>14,00</b>	<b>13,00</b>	<b>51,00</b>	<b>146,00</b>	<b>2,00</b>	<b>811,00</b>
	Área (ha)	<b>20,00</b>	<b>15,00</b>	<b>9,00</b>	<b>145,00</b>	<b>137,00</b>	<b>212,00</b>	<b>94,00</b>	<b>5,00</b>	<b>67,00</b>	<b>650,00</b>	<b>425,00</b>	<b>3,00</b>	<b>7,00</b>	<b>11,00</b>	<b>35,00</b>	<b>97,00</b>	<b>328,00</b>	<b>*</b>	<b>2.260,00</b>

Fonte: IBGE (2017).

Nota: \* dados de área indisponíveis.

### 3.1.2.2 Área Plantada

A produção agrícola apresenta grande representatividade nas economias dos municípios estudados. Em relação às lavouras permanentes, a maçã, uva e laranja são os principais produtos, sendo que a uva produzida é destinada para a fabricação de vinho ou suco. Em relação à lavoura temporária, os principais produtos são a soja, milho, feijão e trigo, observando-se, também, monoculturas de eucalipto e pinus.

Segundo IBGE (2017), considerando as lavouras permanentes nos municípios estudados, as plantações de maçã ocupavam área total de 1.538 ha, seguidas pela cultura de uva, com 205 ha e a cultura de laranja, com 93 ha, conforme demonstra Tabela 3.11. Particularmente, Urubici (698 ha), Bom Retiro (592 ha) e Lages (315 ha) eram os municípios com maior área plantada de lavouras permanentes.

No que se refere às lavouras temporárias, as plantações de soja ocupavam área de 158.329 ha; as plantações de milho e milho-forrageiro abarcavam 47.157 ha; a cultura de feijão abrangia 19.586 ha e a cultura de trigo, 11.936 ha, como demonstrado na Tabela 3.12. Dentre as lavouras temporárias, os municípios de Campos Novos (79.632 ha), Palmeira (71.504 ha) e Curitiba (19.732 ha) se destacaram em relação à área plantada.

Resumidamente, no âmbito geral dos municípios estudados, a área total plantada, incluindo lavouras permanentes e temporárias, abrangia 258.800 ha em 2017.

**Tabela 3.11 - Área ocupada pelas lavouras permanentes nos municípios estudados dentro da bacia hidrográfica do rio Canoas.**

Município	Lavouras Permanentes (ha)											
	Ameixa	Amora	Azeitona	Caqui	Erva-mate	Laranja	Maçã	Pêra	Pêssego	Tangerina	Uva	Vinho ou suco
Abdon Batista	-	-	-	2	-	48	-	-	-	8	-	-
Anita Garibaldi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	13	4
Bocaina do Sul	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bom Retiro	14	0	-	-	-	-	477	88	-	-	13	-
Brunópolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Campos Novos	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	7	-
Celso Ramos	-	-	-	-	-	45	-	-	-	-	34	-
Cerro Negro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Correia Pinto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Curitibanos	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	8	11
Lages	7	-	-	3	-	-	287	-	5	-	10	3
Otacílio Costa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Palmeira	-	-	-	-	28	-	41	-	23	-	3	41
Ponte Alta	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rio Rufino	-	-	-	-	-	-	120	-	-	-	-	33
São José do Cerrito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
Urubici	39	17	-	6	-	-	613	-	2	-	3	18
Vargem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>40</b>	<b>93</b>	<b>1.538</b>	<b>88</b>	<b>30</b>	<b>11</b>	<b>93</b>	<b>112</b>

Fonte: IBGE (2017).

**Tabela 3.12 - Área ocupada pelas lavouras temporárias nos municípios estudados dentro da bacia hidrográfica do rio Canoas.**

Município	Lavouras Temporárias (ha)																					
	Abóbora	Alho	Amendoim	Arroz	Aveia	Batata	Cana-de-açúcar	Cebola	Centeio	Cevada	Ervilho	Feijão	Fumo	Mandioca	Melancia	Melão	Milho	Milho Forrageiro	Soja	Trigo	Tomate	Sorgo
Abdon Batista	68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	115	271	-	6	-	1.536	196	1.667	-	-	-
Anita Garibaldi	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	462	24	6	2	-	2.285	136	1.653	-	-	-
Bocaina do Sul	23	-	-	-	-	13	-	7	-	-	-	154	33	1	-	-	1.012	175	628	-	-	-
Bom Retiro	101	-	-	-	-	8	-	588	-	-	-	207	101	1	61	-	1.328	382	5.077	104	-	-
Brunópolis	-	133	-	-	-	-	-	-	-	-	-	694	-	-	-	-	1.699	64	8.748	136	-	-
Campos Novos	16	51	-	-	3.479	1	-	34	-	729	-	4.456	51	21	3	-	10.791	1.315	52.924	5.729	2	30
Celso Ramos	271	-	-	-	-	-	19	-	-	-	-	138	202	3	6	-	1.293	-	741	-	-	-
Cerro Negro	147	0	0	-	-	0	0	1	-	-	3	833	49	2	2	0	1.411	-	1.547	-	0	-
Correia Pinto	115	-	-	-	-	65	-	2	-	-	1	218	-	2	21	1	1.653	44	2.115	-	-	-
Curitibanos	80	328	-	6	-	1	-	120	-	-	-	1.447	-	1	2	2.886	120	-	14.741	-	-	-
Lages	263	7	-	-	1.126	7	-	4	-	-	0	1.544	-	1	9	-	2.610	338	7.807	-	-	-
Otacílio Costa	293	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	93	-	1	1	-	1.546	105	5.008	-	-	-
Palmeira	4	1	0	-	1.134	177	-	22	103	800	-	6.406	3.770	5	8	-	6.503	1.475	45.121	5.967	8	-
Ponte Alta	331	24	-	-	-	0	-	4	-	-	-	141	-	1	37	-	956	51	2.217	-	-	-
Rio Rufino	9	-	-	-	-	11	-	10	-	-	-	61	406	-	-	-	958	101	-	-	-	-
São José do Cerrito	36	-	1	16	-	2	-	46	-	-	1	2.204	27	4	6	-	3.970	172	5.421	-	1	-
Urubici	2	-	-	-	-	30	-	178	-	-	-	13	206	-	-	-	864	403	-	-	13	-
Vargem	34	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	400	212	1	-	-	1.613	52	2.914	-	-	-
<b>Total</b>	<b>1.793</b>	<b>544</b>	<b>1</b>	<b>22</b>	<b>5.839</b>	<b>317</b>	<b>19</b>	<b>1.016</b>	<b>103</b>	<b>1.529</b>	<b>5</b>	<b>19.586</b>	<b>5.352</b>	<b>50</b>	<b>164</b>	<b>2.887</b>	<b>42.148</b>	<b>5.009</b>	<b>158.329</b>	<b>11.936</b>	<b>24</b>	<b>30</b>

Fonte: IBGE (2017).

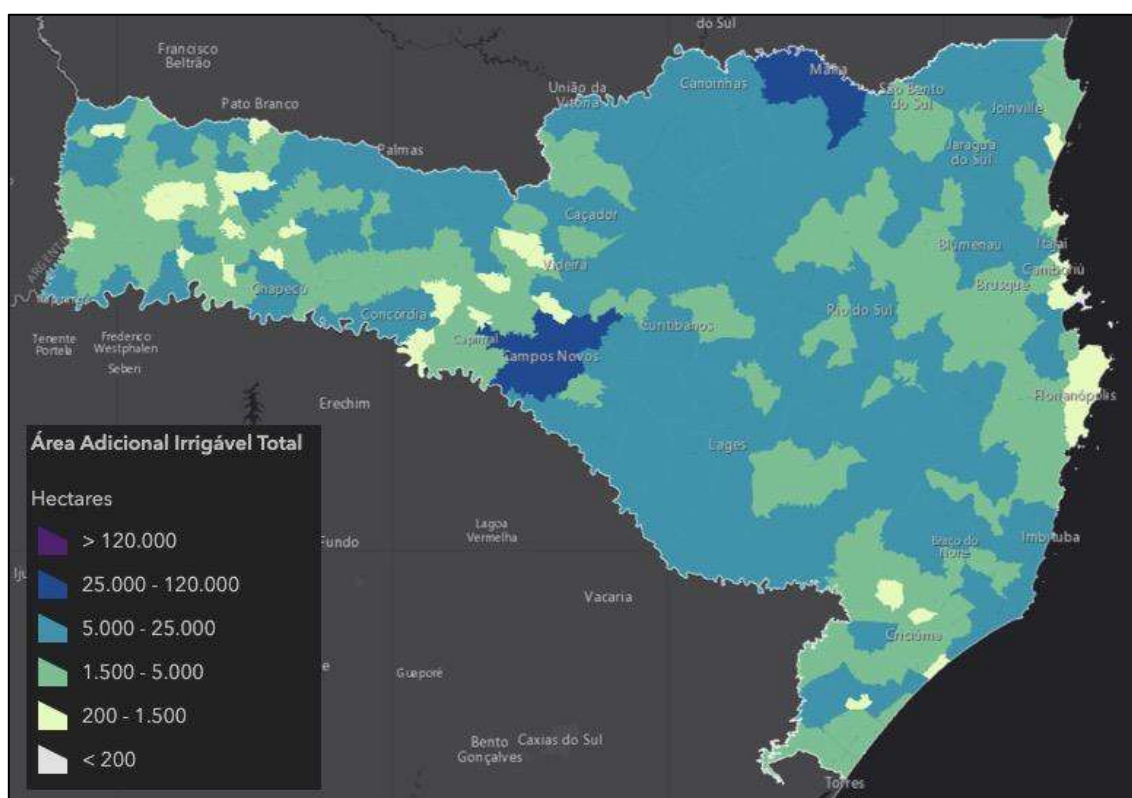
### 3.1.2.3 Área Irrigada x Área Plantada

A partir da análise dos dados do censo agropecuário de 2017 (IBGE, 2017), identificou-se que 10,55% da área plantada no Brasil era irrigada. Para o mesmo ano, no estado de Santa Catarina, este índice era de 11,37%.

Como já mencionado, as áreas irrigadas dos municípios estudados totalizavam 2.260 ha e as áreas ocupadas por lavouras temporárias e permanentes abrangiam a extensão de 258.800 ha. Tendo como referência o ano de 2017, conclui-se, portanto, que apenas 0,87% da área plantada nos municípios era irrigada.

### 3.1.2.4 Áreas Irrigáveis

Segundo Atlas Irrigação (ANA, 2021c), o Brasil possui, atualmente, 5.291.476 ha de área irrigada e potencial total irrigável de 55.851.225 ha. O estado de Santa Catarina, em especial, apresenta 184.506 ha de área irrigada e 1.506.673 ha de potencial total de irrigação, cuja distribuição espacial é apresentada na Figura 3.8.



**Figura 3.8 - Áreas irrigáveis no estado de Santa Catarina.**

Fonte: ANA (2021c).

De maneira mais específica, a Tabela 3.13 demonstra as áreas irrigáveis totais para os municípios abarcados na área de estudo. Neste contexto, destacam-se as cidades de Campos Novos e Lages com as maiores áreas, totalizando 53.253 ha.



**Tabela 3.13 - Áreas irrigáveis nos municípios avaliados.**

<b>Município</b>	<b>Área Irrigável Total (ha)</b>
Abdon Batista	4.467
Anita Garibaldi	8.017
Bocaina do Sul	5.569
Bom Retiro	17.686
Brunópolis	6.590
Campos Novos	31.288
Celso Ramos	5.195
Cerro Negro	5.652
Correia Pinto	9.332
Curitibanos	17.331
Lages	21.965
Otacílio Costa	9.788
Palmeira	3.002
Ponte Alta	7.605
Rio Rufino	3.758
São José do Cerrito	16.030
Urubici	11.782
Vargem	6.428
<b>Total</b>	<b>191.485</b>

Fonte: elaborado a partir de ANA (2021c).

### 3.1.2.5 Cadastro e Outorgas de Uso de Recursos Hídricos

Assim como para o abastecimento humano, para análise de cadastros e outorgas com finalidade de irrigação, o presente estudo valeu-se dos registros da SDE (2021a) e ANA (2021a).

Conforme já mencionado, a demanda total da área de estudo é 600,73 l/s (10,25% da vazão total destinada aos usos consuntivos), sendo dividida em 472 registros de usuários. Desses, os 30 registros com maior demanda de vazão para irrigação são apresentados na Tabela 3.14, com destaque para captação em poço raso no município de Lages que apontou vazão captada de 342,47 l/s (57,01% do total).

**Tabela 3.14 - Maiores demandas para irrigação registradas na área de estudo.**

Registro	Interferência	Município	Vazão (l/s)
Cadastro SDE	Poço raso	Lages	342,47
Cadastro SDE	Açude	Campos Novos	92,05
Cadastro SDE	Nascente	Vargem	40,87
Cadastro SDE	Lago natural ou lagoa	Curitibanos	11,42
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Curitibanos	7,61
Cadastro SDE	Açude	Curitibanos	3,81
Cadastro SDE	Açude	Campos Novos	3,81
Cadastro SDE	Açude	Curitibanos	3,81
Cadastro SDE	Lago natural ou lagoa	Curitibanos	3,81
Outorga ANA	Reservatório da UHE Campos Novos	Abdon Batista	3,61
Cadastro SDE	Açude	Campos Novos	3,29
Cadastro SDE	Lago natural ou lagoa	Otacílio Costa	2,96
Cadastro SDE	Açude	Curitibanos	2,85
Cadastro SDE	Açude	Curitibanos	2,36
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Otacílio Costa	2,28
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Correia Pinto	1,98
Cadastro SDE	Açude	Curitibanos	1,98
Cadastro SDE	Açude	Curitibanos	1,71
Cadastro SDE	Açude	Ponta Alta	1,54
Cadastro SDE	Açude	Ponta Alta	1,54
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Urubici	1,52
Cadastro SDE	Poço profundo	Curitibanos	1,51
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Urubici	1,48
Cadastro SDE	Açude	Ponta Alta	1,37
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Urubici	1,22
Cadastro SDE	Açude	Campos Novos	1,18
Cadastro SDE	Poço profundo	Curitibanos	0,91
Cadastro SDE	Nascente	Campos Novos	0,76
Cadastro SDE	Açude	Urubici	0,76
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Curitibanos	0,74

Fonte: elaborado a partir de ANA (2021a) e SDE (2021a).

A Tabela 3.15 demonstra, por município, as respectivas demandas hídricas para irrigação. Destaca-se como maior consumidor, assim como para o abastecimento público, o município de Lages, apresentando demanda de 343,55 l/s, seguido do município de Campos Novos, com 101,62 l/s.

**Tabela 3.15 - Demanda hídrica para irrigação por município.**

<b>Município</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Vazão (l/s)</b>	<b>% da vazão</b>
Abdon Batista	2	3,67	0,61%
Anita Garibaldi	0	0,00	0,00%
Bocaina do Sul	17	0,41	0,07%
Bom Retiro	44	2,77	0,46%
Brunópolis	43	6,60	1,10%
Campos Novos	18	101,62	16,92%
Celso Ramos	5	0,23	0,04%
Cerro Negro	0	0,00	0,00%
Correia Pinto	6	2,47	0,41%
Curitibanos	158	58,59	9,75%
Lages	18	343,55	57,19%
Otacílio Costa	5	6,05	1,01%
Palmeira	3	0,22	0,04%
Ponta Alta	9	5,08	0,85%
Rio Rufino	24	3,96	0,66%
São José do Cerrito	5	0,42	0,07%
Urubici	111	23,95	3,99%
Vargem	4	41,14	6,85%
<b>Total</b>	<b>472</b>	<b>600,73</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: elaborado a partir de ANA (2021a) e SDE (2021a).

### 3.1.2.5.1 Demanda Superficial

Conforme Tabela 3.16, de toda a demanda hídrica para irrigação, 34,54 % (207,47 l/s) provêm de captações superficiais, destacando-se o município de Campos Novos, cuja captação representa 48,47% desse valor.

**Tabela 3.16 - Demanda hídrica superficial para irrigação por município.**

<b>Município</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Vazão (l/s)</b>	<b>% da vazão</b>
Abdon Batista	2	3,67	1,77%
Anita Garibaldi	0	0,00	0,00%
Bocaina do Sul	9	0,25	0,12%
Bom Retiro	34	1,89	0,91%
Brunópolis	41	6,47	3,12%
Campos Novos	12	100,57	48,47%
Celso Ramos	5	0,23	0,11%
Cerro Negro	0	0,00	0,00%
Correia Pinto	3	2,02	0,97%
Curitibanos	129	52,98	25,54%
Lages	8	0,42	0,20%
Otacílio Costa	4	5,86	2,82%
Palmeira	3	0,22	0,11%
Ponta Alta	7	4,69	2,26%
Rio Rufino	19	3,95	1,90%
São José do Cerrito	4	0,32	0,16%
Urubici	107	23,91	11,53%
Vargem	1	0,02	0,01%
<b>Total</b>	<b>388</b>	<b>207,47</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: elaborado a partir de ANA (2021a) a e SDE (2021a).

### 3.1.2.5.2 Demanda Subterrânea

No que se refere à captação subterrânea para irrigação, a vazão total é de 393,26 l/s (65,46% do total), sendo que 87,25 % (343,13 l/s), como apresentado na Tabela 3.17, são destinados à cidade de Lages, com maior parte da vazão para irrigação proveniente de recursos subterrâneos.

**Tabela 3.17 - Demandas hídricas subterrâneas para irrigação por município.**

<b>Município</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Vazão (l/s)</b>	<b>% da vazão</b>
Abdon Batista	0	0,00	0,00%
Anita Garibaldi	0	0,00	0,00%
Bocaina do Sul	8	0,16	0,04%
Bom Retiro	10	0,89	0,23%
Brunópolis	2	0,14	0,03%
Campos Novos	6	1,05	0,27%
Celso Ramos	0	0,00	0,00%
Cerro Negro	0	0,00	0,00%
Correia Pinto	3	0,45	0,11%
Curitibanos	29	5,61	1,43%
Lages	10	343,13	87,25%
Otacílio Costa	1	0,19	0,05%
Palmeira	0	0,00	0,00%
Ponta Alta	2	0,39	0,10%
Rio Rufino	5	0,01	0,00%
São José do Cerrito	1	0,09	0,02%
Urubici	4	0,03	0,01%
Vargem	3	41,11	10,45%
<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>393,26</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: elaborado a partir de ANA (2021a) a e SDE (2021a).

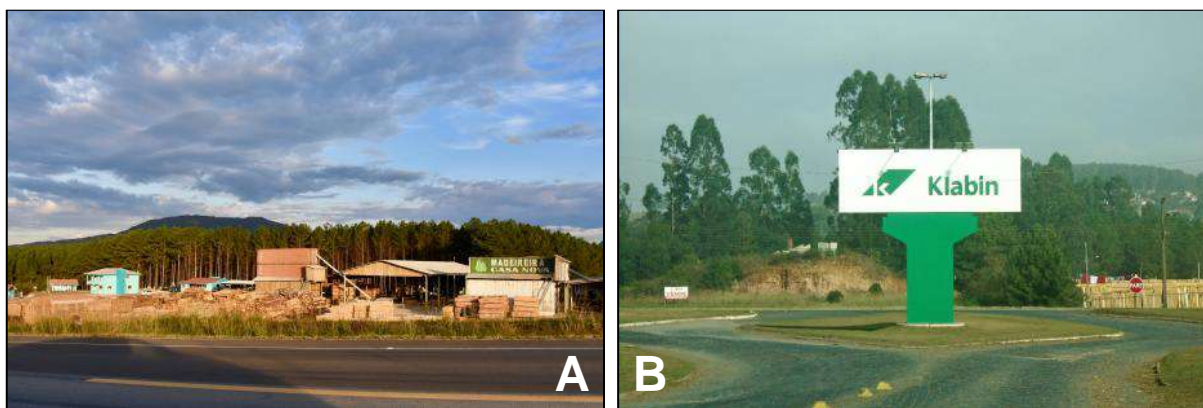
### 3.1.3 Uso Industrial

De acordo com SDE (2017), no estado de Santa Catarina, a demanda hídrica industrial era responsável pela segunda maior parcela da demanda total. Dentro da área de estudo, especificamente, tendo como referência ANA (2021a) e SDE (2021a), as vazões registradas para fins de consumo industrial totalizam 1.061,70 l/s, representando 18,11% da demanda total na área.

Nos municípios em análise, a indústria da transformação apresenta-se como destaque, tanto em relação ao percentual de empresas existentes, quanto em relação ao pessoal ocupado. Além disso, os setores extrativista e de construção demonstram-se representativos na região, conforme demonstrado detalhadamente no componente-síntese Base Econômica, disponível no **Volume I - Diagnóstico Socioambiental** da AIBH em tela.

Localmente, durante visita de campo, foram identificadas inúmeras madeiras, com amplo cultivo de pinus e eucalipto. Esses insumos são absorvidos, majoritariamente, pela indústria de papel e celulose materializada na região, com destaque para a Klabin (maior produtora e exportadora brasileira de papéis para embalagens), demonstrada na Figura 3.9.





**Figura 3.9 - Atividades industriais.**

Nota: A - Madeireira; B - Unidade da Klabin.

### 3.1.3.1 Cadastro e Outorgas de Uso de Recursos Hídricos

Para a presente avaliação, foram enquadradas as demandas hídricas de atividades de mineração e produção de energia termoeletrica, também, como finalidade industrial. Assim sendo, a Tabela 3.18 apresenta a relação dos registros de usuários com finalidade industrial na área de estudo. Em destaque, citam-se as outorgas deferidas pela ANA para a empresa Klabin S.A., detentora de duas captações diretamente do rio Canoas, com vazões de retirada de 333,33 l/s cada, localizadas nos municípios de Otacílio Costa e Ponta Alta.

Avaliou-se, ainda, a demanda hídrica para uso industrial por município. Nesta análise, resumida na Tabela 3.19, sobressaíram-se os municípios de Ponta Alta, Otacílio Costa e Lages, que representam, juntos, 91,22% da vazão total destinada para as indústrias da região avaliada.

**Tabela 3.18 - Usos para uso industrial registrados na área de estudo.**

<b>Registro</b>	<b>Interferência</b>	<b>Município</b>	<b>Vazão (l/s)</b>
Outorga ANA	Rio ou curso d'água	Otacílio Costa	333,33
Outorga ANA	Rio ou curso d'água	Ponta Alta	13,89
Outorga ANA	Rio ou curso d'água	Ponta Alta	333,33
Cadastro SDE	Poço profundo	Bom Retiro	0,47
Cadastro SDE	Açude	Bom Retiro	0,46
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Campos Novos	31,51
Cadastro SDE	Poço profundo	Campos Novos	1,14
Cadastro SDE	Poço profundo	Campos Novos	0,51
Cadastro SDE	Poço profundo	Campos Novos	0,36
Cadastro SDE	Poço profundo	Campos Novos	0,09
Cadastro SDE	Poço profundo	Campos Novos	0,08
Cadastro SDE	Poço raso	Campos Novos	0,08
Cadastro SDE	Poço profundo	Campos Novos	0,01
Cadastro SDE	Poço profundo	Correia Pinto	0,84
Cadastro SDE	Poço profundo	Correia Pinto	0,20
Cadastro SDE	Rede pública	Correia Pinto	0,05
Cadastro SDE	Poço raso	Correia Pinto	0,01
Cadastro SDE	Poço raso	Correia Pinto	0,01
Cadastro SDE	Poço profundo	Curitibanos	3,31
Cadastro SDE	Poço profundo	Curitibanos	0,77
Cadastro SDE	Poço profundo	Curitibanos	0,53
Cadastro SDE	Poço profundo	Curitibanos	0,23
Cadastro SDE	Poço profundo	Curitibanos	0,23
Cadastro SDE	Poço raso	Curitibanos	0,20
Cadastro SDE	Poço profundo	Curitibanos	0,06
Cadastro SDE	Rede pública	Curitibanos	0,04
Cadastro SDE	Poço profundo	Curitibanos	0,04
Cadastro SDE	Rede pública	Curitibanos	0,02
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Lages	142,47
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Lages	25,00
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Lages	19,03
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	16,67
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	3,33
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Lages	3,14
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	1,71
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	1,52
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	1,51
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	1,48
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	1,40
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	1,03
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,97
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,90
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,77

Continua...

Continuação

<b>Registro</b>	<b>Interferência</b>	<b>Município</b>	<b>Vazão (l/s)</b>
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,69
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,60
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,60
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,54
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,46
Cadastro SDE	Rede pública	Lages	0,40
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,39
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,37
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,37
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,35
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,33
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,27
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,26
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,25
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,15
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,14
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,11
Cadastro SDE	Rede pública	Lages	0,08
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,06
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,06
Cadastro SDE	Rede pública	Lages	0,04
Cadastro SDE	Rede pública	Lages	0,04
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,04
Cadastro SDE	Poço raso	Lages	0,01
Cadastro SDE	Poço profundo	Otacílio Costa	8,22
Cadastro SDE	Poço profundo	Otacílio Costa	0,17
Cadastro SDE	Rede pública	Otacílio Costa	0,02
Cadastro SDE	Poço profundo	Palmeira	1,09
Cadastro SDE	Poço profundo	Palmeira	0,46
Cadastro SDE	Poço profundo	Palmeira	0,04
Cadastro SDE	Poço profundo	Palmeira	0,02
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Palmeira	0,00
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Ponta Alta	11,15
Cadastro SDE	Lago natural ou lagoa	Ponta Alta	0,07
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Bocaina do Sul	0,55
Cadastro SDE	Nascente	Campos Novos	0,03
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Correia Pinto	0,57
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Lages	38,36
Cadastro SDE	Poço profundo	Lages	0,15
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Otacílio Costa	0,55
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Ponta Alta	1,64
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	São José do Cerrito	49,32

Fonte: elaborado a partir de ANA (2021a) e SDE (2021a).

**Tabela 3.19 - Demanda hídrica para uso industrial por município.**

<b>Município</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Vazão (l/s)</b>	<b>% da vazão</b>
Abdon Batista	0	0,00	0,00%
Anita Garibaldi	0	0,00	0,00%
Bocaina do Sul	1	0,55	0,05%
Bom Retiro	2	0,94	0,09%
Brunópolis	0	0,00	0,00%
Campos Novos	9	33,80	3,18%
Celso Ramos	0	0,00	0,00%
Cerro Negro	0	0,00	0,00%
Correia Pinto	6	1,67	0,16%
Curitibanos	10	5,42	0,51%
Lages	41	266,03	25,06%
Otacílio Costa	5	342,29	32,24%
Palmeira	5	1,60	0,15%
Ponta Alta	5	360,08	33,92%
Rio Rufino	0	0,00	0,00%
São José do Cerrito	1	49,32	4,64%
Urubici	0	0,00	0,00%
Vargem	0	0,00	0,00%
<b>Total</b>	<b>85</b>	<b>1.061,70</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: elaborado a partir de ANA (2021a) e SDE (2021a).

#### 3.1.3.1.1 Demanda Superficial

De toda a demanda hídrica para uso industrial, conforme Tabela 3.20, 94,66% (1.005,05 l/s) provêm de captações superficiais, destacando-se, novamente, os municípios de Ponta Alta, Otacílio Costa e Lages, cujas captações somadas representam 922,53 l/s.

**Tabela 3.20 - Demandas hídricas superficiais para uso industrial por município.**

<b>Município</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Vazão (l/s)</b>	<b>% da vazão</b>
Abdon Batista	0	0,00	0,00%
Anita Garibaldi	0	0,00	0,00%
Bocaina do Sul	1	0,55	0,05%
Bom Retiro	1	0,46	0,05%
Brunópolis	0	0,00	0,00%
Campos Novos	1	31,51	3,13%
Celso Ramos	0	0,00	0,00%
Cerro Negro	0	0,00	0,00%
Correia Pinto	2	0,62	0,06%
Curitibanos	2	0,06	0,01%
Lages	9	228,54	22,74%
Otacílio Costa	3	333,91	33,22%
Palmeira	1	0,00	0,00%
Ponta Alta	5	360,08	35,83%
Rio Rufino	0	0,00	0,00%
São José do Cerrito	1	49,32	4,91%
Urubici	0	0,00	0,00%
Vargem	0	0,00	0,00%
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>1.005,05</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: elaborado a partir de ANA (2021a) a e SDE (2021a).

### 3.1.3.1.2 Demanda Subterrânea

No que se refere à captação subterrânea para uso industrial, a vazão total é de apenas 56,65 l/s, que corresponde a 5,34% do total. Dessa vazão, 66,17% (37,49 l/s) são destinadas à cidade de Lages, como apresentado na Tabela 3.21.



**Tabela 3.21 - Demandas hídricas subterrâneas para uso industrial por município.**

<b>Município</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Vazão (l/s)</b>	<b>% da vazão</b>
Abdon Batista	0	0,00	0,00%
Anita Garibaldi	0	0,00	0,00%
Bocaina do Sul	0	0,00	0,00%
Bom Retiro	1	0,47	0,83%
Brunópolis	0	0,00	0,00%
Campos Novos	8	2,29	4,05%
Celso Ramos	0	0,00	0,00%
Cerro Negro	0	0,00	0,00%
Correia Pinto	4	1,05	1,85%
Curitibanos	8	5,36	9,46%
Lages	32	37,49	66,17%
Otacílio Costa	2	8,39	14,80%
Palmeira	4	1,60	2,83%
Ponta Alta	0	0,00	0,00%
Rio Rufino	0	0,00	0,00%
São José do Cerrito	0	0,00	0,00%
Urubici	0	0,00	0,00%
Vargem	0	0,00	0,00%
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>56,65</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: elaborado a partir de ANA (2021a) e SDE (2021a).

### 3.1.4 Criação de Animais

Nos municípios estudados, de acordo com IBGE (2020), a soma da criação de galináceos representou 2,44% do valor total da produção estadual no ano de 2019. No mesmo ano, a produção de bovinos, por sua vez, apontou 11,22% e a produção de suínos 2,73%.

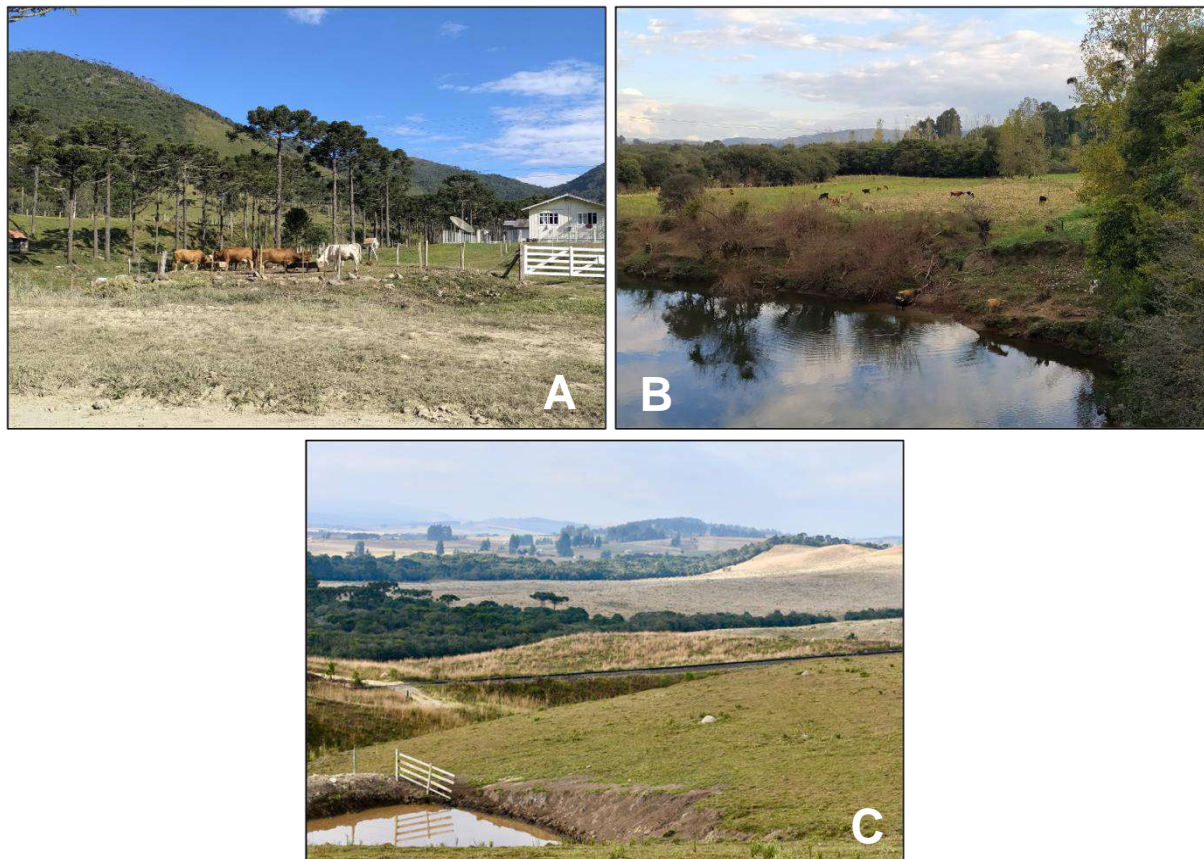
Além dos galináceos e bovinos, existiam, nos municípios analisados, a criação de bubalinos, equinos, caprinos, ovinos e codornas, conforme demonstra a Tabela 3.22. Assim como para o estado de Santa Catarina, na área de estudo, as tipologias com maior número de animais eram: galináceos (80,4%), bovinos (12,6%) e suínos (5,2%).

**Tabela 3.22 - Número de animais por espécie e por município.**

Município	Bovino	Bubalino	Equino	Suíno	Caprino	Ovino	Galináceos	Codornas
Abdon Batista	14.875	0	137	3.750	61	173	11.450	0
Anita Garibaldi	35.000	11	1.155	4.300	155	2.200	35.000	280
Bocaina do Sul	17.000	20	1.065	1.250	85	1.200	11.200	30
Bom Retiro	26.500	4	1.400	1.250	160	5.350	252.000	50
Brunópolis	12.347	0	288	7.125	47	726	10.684	0
Campos Novos	61.050	28	1.118	126.450	260	7.300	1.758.600	0
Celso Ramos	12.093	0	201	2.180	102	133	11.700	0
Cerro Negro	17.000	7	600	3.800	120	800	19.000	40
Correia Pinto	30.000	4	1.500	2.300	170	1.700	366.245	20
Curitibanos	34.586	33	902	37.621	96	4.785	23.678	107
Lages	89.000	172	6.000	2.600	76	10.600	256.000	600
Otacílio Costa	18.000	3	520	2.600	46	1.250	9.000	40
Palmeira	11.250	36	510	860	10	1.200	9.000	35
Ponta Alta	15.100	0	515	1.042	62	1.231	328.500	87
Rio Rufino	9.000	0	445	1.200	60	420	6.000	0
São José do Cerrito	46.000	14	1.440	6.350	240	3.200	56.000	60
Urubici	36.000	212	1.800	920	110	1.200	6.200	20
Vargem	14.746	25	260	1.760	28	400	13.600	0
<b>Total</b>	<b>499.547</b>	<b>569</b>	<b>19.856</b>	<b>207.358</b>	<b>1.888</b>	<b>43.868</b>	<b>3.183.857</b>	<b>1.369</b>

Fonte: elaborado a partir de IBGE (2020).

Durante as atividades de campo, registrou-se que a prática da pecuária bovina é corriqueira na área em análise. Foram identificadas, conforme Figura 3.10, diversas áreas de pastagem e presença de gado nas proximidades das margens do rio Canoas e de seus afluentes, indicando que o uso da água para dessedentação animal é recorrente.



**Figura 3.10 - Registros de criação animal e áreas de pastagem.**

Nota: A e B - Área de pastagem, no município de Urubici; C - Área de pastagem, no município de Correia Pinto.

#### 3.1.4.1 Cadastro e Outorgas de Uso de Recursos Hídricos

De todos os usos da água levantados para a área de estudo, considerando os cadastros da SDE (2021a) e as outorgas de direito de uso de recursos hídricos da ANA (2021a), a criação animal se mostrou mais relevante, tanto em número de registros quanto em vazão demandada. Ao total foram contabilizados 2.073 registros, correspondendo à demanda hídrica de 1.166 l/s, o que representa 19,90% de todo o consumo na área de estudo.

A Tabela 3.23 demonstra os 30 registros levantados com maior consumo. Nesta análise, destaca-se um (1) registro no município de Brunópolis com vazão de 616,44 l/s, representando 52,85% do total registrado para a finalidade em tela.

**Tabela 3.23 - Maiores demandas para irrigação registradas na área de estudo.**

<b>Registro</b>	<b>Interferência</b>	<b>Município</b>	<b>Vazão (l/s)</b>
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Brunópolis	616,44
Cadastro SDE	Nascente	Urubici	136,99
Cadastro SDE	Nascente	Anita Garibaldi	45,37
Cadastro SDE	Nascente	Brunópolis	29,00
Cadastro SDE	Nascente	Anita Garibaldi	24,66
Cadastro SDE	Nascente	São José do Cerrito	20,55
Cadastro SDE	Lago natural ou lagoa	Anita Garibaldi	19,03
Cadastro SDE	Lago natural ou lagoa	São José do Cerrito	19,03
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Campos Novos	18,39
Cadastro SDE	Nascente	Brunópolis	14,00
Cadastro SDE	Nascente	Brunópolis	13,00
Cadastro SDE	Nascente	Campos Novos	11,00
Cadastro SDE	Nascente	Vargem	11,00
Cadastro SDE	Nascente	Vargem	10,00
Cadastro SDE	Nascente	Campos Novos	7,00
Cadastro SDE	Nascente	Vargem	7,00
Cadastro SDE	Nascente	Campos Novos	6,00
Cadastro SDE	Nascente	Abdon Batista	5,71
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Palmeira	4,95
Cadastro SDE	Poço profundo	Curitibanos	4,76
Cadastro SDE	Nascente	Vargem	4,74
Cadastro SDE	Nascente	Correia Pinto	3,81
Cadastro SDE	Rio ou curso d'água	Palmeira	3,81
Cadastro SDE	Lago natural ou lagoa	Otacílio Costa	3,81
Cadastro SDE	Rede pública	Rio Rufino	3,81
Cadastro SDE	Nascente	Brunópolis	3,00
Cadastro SDE	Nascente	Campos Novos	3,00
Cadastro SDE	Nascente	Campos Novos	3,00
Cadastro SDE	Nascente	Campos Novos	3,00
Cadastro SDE	Nascente	Vargem	3,00

Fonte: elaborado a partir de ANA (2021a) e SDE (2021a).

No que se refere ao consumo por município, a Tabela 3.24 demonstra as respectivas demandas. Destacam-se os municípios de Brunópolis e Urubici, que totalizam demanda hídrica de 820,62 l/s, correspondendo a 70,36% do total para a finalidade de criação animal.

**Tabela 3.24 - Demanda hídrica para criação animal por município.**

<b>Município</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Vazão (l/s)</b>	<b>% da vazão</b>
Abdon Batista	142	10,31	0,88%
Anita Garibaldi	249	95,71	8,21%
Bocaina do Sul	97	1,59	0,14%
Bom Retiro	105	7,57	0,65%
Brunópolis	47	680,79	58,37%
Campos Novos	163	75,69	6,49%
Celso Ramos	39	0,73	0,06%
Cerro Negro	108	2,06	0,18%
Correia Pinto	232	17,21	1,48%
Curitibanos	169	18,40	1,58%
Lages	67	6,17	0,53%
Otacílio Costa	66	6,67	0,57%
Palmeira	26	9,44	0,81%
Ponta Alta	98	5,08	0,44%
Rio Rufino	26	4,26	0,37%
São José do Cerrito	333	48,15	4,13%
Urubici	68	139,83	11,99%
Vargem	38	36,71	3,15%
<b>Total</b>	<b>2.073</b>	<b>1.166,39</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: elaborado a partir de ANA (2021a) e SDE (2021a).

#### 3.1.4.1.1 Demanda Superficial

De toda a demanda hídrica para a criação animal, conforme Tabela 3.24, 61,53% (717,63 l/s) provêm de captações superficiais, destacando-se, novamente, o município de Brunópolis, cuja captação representa 86,46% deste valor.



**Tabela 3.25 - Demandas hídricas superficiais para criação animal por município.**

<b>Município</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Vazão (l/s)</b>	<b>% da vazão</b>
Abdon Batista	23	0,33	0,05%
Anita Garibaldi	29	20,02	2,79%
Bocaina do Sul	68	0,99	0,14%
Bom Retiro	43	2,54	0,35%
Brunópolis	15	620,45	86,46%
Campos Novos	14	19,14	2,67%
Celso Ramos	10	0,15	0,02%
Cerro Negro	61	1,39	0,19%
Correia Pinto	22	0,35	0,05%
Curitibanos	128	6,04	0,84%
Lages	25	4,51	0,63%
Otacílio Costa	23	5,43	0,76%
Palmeira	4	8,76	1,22%
Ponta Alta	29	2,00	0,28%
Rio Rufino	13	3,98	0,55%
São José do Cerrito	50	20,55	2,86%
Urubici	26	0,61	0,09%
Vargem	7	0,38	0,05%
<b>Total</b>	<b>590</b>	<b>717,63</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: elaborado a partir de ANA (2021a) a e SDE (2021a).

#### 3.1.4.1.2 Demanda Subterrânea

No que se refere à captação subterrânea para criação animal, conforme Tabela 3.25, a vazão total é de 448,75 l/s, que representa 38,47% do total captado. Nesta avaliação, destacam-se os municípios de Urubici, Anita Garibaldi, Brunópolis e Campos Novos que, juntos, representam 73,94% da demanda subterrânea para criação animal.

**Tabela 3.26 - Demandas hídricas subterrâneas para criação animal por município.**

<b>Município</b>	<b>Nº de captações</b>	<b>Vazão (l/s)</b>	<b>% da vazão</b>
Abdon Batista	119	9,98	2,22%
Anita Garibaldi	220	75,69	16,87%
Bocaina do Sul	29	0,61	0,13%
Bom Retiro	62	5,03	1,12%
Brunópolis	32	60,34	13,45%
Campos Novos	149	56,55	12,60%
Celso Ramos	29	0,58	0,13%
Cerro Negro	47	0,67	0,15%
Correia Pinto	210	16,86	3,76%
Curitibanos	41	12,36	2,75%
Lages	42	1,66	0,37%
Otacílio Costa	43	1,24	0,28%
Palmeira	22	0,68	0,15%
Ponta Alta	69	3,09	0,69%
Rio Rufino	13	0,28	0,06%
São José do Cerrito	283	27,60	6,15%
Urubici	42	139,21	31,02%
Vargem	31	36,33	8,10%
<b>Total</b>	<b>1.483</b>	<b>448,75</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: elaborado a partir de ANA (2021a) a e SDE (2021a).

## **3.2 Usos Não Consuntivos**

### **3.2.1 Geração de Energia e Regularização de Vazões**

De acordo com Aneel (2021), o estado de Santa Catarina apresenta 258 empreendimentos hidrelétricos em operação, totalizando potência instalada de 3.444.499,03 kW (3,44 GW). Além disso, existem 25 projetos em fase de estudos, licenciamento e/ou construção, sendo a grande maioria de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH).

Segundo SDE (2017), a Região Hidrográfica do Planalto das Lages (RH4), onde se localiza a área de estudo, possui a maior potência instalada dentre as regiões hidrográficas catarinenses, com 1.826.014 KW (1,8 GW).

No que se refere à geração energética, especificamente na área de estudo, ainda segundo Aneel (2021), existem, atualmente, cinco (5) empreendimentos no rio Canoas, sendo três (3) Usinas Hidrelétricas (UHE), duas já em operação e uma em construção, e duas PCHs, ambas em operação. Tais empreendimentos são listados e descritos a seguir, estando alguns deles apresentados na Figura 3.11.

- UHE Campos Novos, localizada nos municípios de Campos Novos, Celso Ramos, Anita Garibaldi e Abdon Batista. Com potência equivalente a 880 MW, esta UHE é de propriedade da Campos Novos Energia S/A (Enercan).

- UHE Garibaldi, localizada no município de Abdon Batista. Com potência instalada equivalente a 175 MW, esta UHE é de responsabilidade da Desenvix S.A..
- UHE São Roque, localizada no município de São José do Cerrito. Esta UHE se encontra em construção e terá potência instalada de 135 MW. É de responsabilidade da Desenvix S.A..
- PCH Ado Popinhak, localizada nos municípios de Curitibaanos e Correia Pinto. Com potência instalada equivalente a 19,3 MW, esta PCH é de propriedade da Magma Energia S.A, *holding* controladora da Companhia Energética Canoas S.A..
- PCH Pery, localizada no município de Curitibaanos. Com potência equivalente a 30 MW, é de responsabilidade da Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A. (Celesc).



**Figura 3.11 - Empreendimentos hidrelétricos no rio Canoas.**

Nota: A - Vista da casa de força da PCH Pery; B - Canal adutor da PCH Pery; C - Vista do reservatório da PCH Pery; D - Barragem da UHE São Roque.

É importante mencionar que alguns dos reservatórios formados pelos empreendimentos hidrelétricos apresentam, também, funções de regularização de vazão. De maneira específica, no que se refere aos reservatórios já em operação, cita-se a existência de outorga vigente, disponibilizada pela ANA (2021a), para regularização de vazão na UHE Campos Novos, conforme demonstrado na Tabela 3.27.

**Tabela 3.27 - Outorga de regularização de vazão.**

Nº Processo	Nome do Requerente	Município	Finalidade	Latitude	Longitude
0250.1.0014812/2011	CAMPOS NOVOS ENERGIA S. A.	Campos Novos	Campos Novos	-27,600	-51,317

Fonte: ANA (2021a).

### 3.2.2 Lançamento de Efluentes

Conforme ANA (2017) e Tabela 3.28, todos os municípios em estudo realizavam o lançamento de efluente bruto, ou seja, sem nenhum tipo de tratamento em algum corpo hídrico, totalizando 182,4 l/s lançados. Nesse cenário, merecem destaque o município de Lages, que lançava 113,6 l/s e Curitibaanos, 27,4 l/s. Ratificando tal informação, mediante SDE (2011a, 2011b, 2011c, 2011d, 2011e, 2011f, 2011g, 2011h, 2011i, 2011j), em alguns municípios era comum o despejo de efluentes domésticos nas redes fluviais ou diretamente nos cursos d'água.

Sob tal temática, identificaram-se outorgas, no banco de dados disponibilizado pela ANA (2021a) para a finalidade em tela. Conforme Tabela 3.29, destacam-se os lançamentos provenientes da empresa Klabin S.A., atuante no ramo de celulose, cujas plantas industriais são responsáveis pelo lançamento total de 638,89 l/s no rio Canoas.

**Tabela 3.28 - Lançamento de efluentes brutos nos municípios da área de estudo.**

<b>Município</b>	<b>*Efluente bruto lançado (l/s)</b>
Abdon Batista	0,1
Anita Garibaldi	3,7
Bocaina do Sul	1,0
Bom Retiro	4,1
Brunópolis	0,7
Campos Novos	6,1
Celso Ramos	0,8
Cerro Negro	0,7
Correia Pinto	3,2
Curitibaanos	27,4
Lages	113,6
Otacílio Costa	13,0
Palmeira	0,7
Ponte Alta	2,7
Rio Rufino	0,9
São José do Cerrito	1,4
Urubici	1,2
Vargem	1,0
<b>Total</b>	<b>182,4</b>

Fonte: ANA (2017).

Nota: \* somatório de efluentes brutos coletados e não coletados que são lançados em corpos hídricos

**Tabela 3.29 - Lançamentos de efluentes no rio Canoas.**

Informações da outorga	Requerente		
	CAMPOS NOVOS ENERGIA S.A.	KLABIN S.A.	KLABIN S.A.
Município	Campos Novos	Palmeira	Ponte Alta
Corpo Receptor	Rio Canoas	Rio Canoas	Rio Canoas
Finalidade	Esgotamento Sanitário	Indústria	Indústria
Interferência	Lançamento	Lançamento	Lançamento
Vazão (l/s)	0,04	305,56	333,33

Fonte: ANA (2021a).

### 3.2.3 Recreação, Lazer e Pesca

As áreas às margens do rio Canoas, especificamente no município de Urubici, são bastante visadas na perspectiva do turismo ecológico, sendo marcadas pelas diversas cachoeiras e trilhas ali existentes, a saber: Cachoeira do Avencal; Trilha Cascata da Neve; Cachoeira Vêu da Noiva; Cachoeira do Vacariano e Cachoeira Rio dos Bugres.

Em especial, o setor privado do município de Urubici também investe na região próxima à cabeceira, sendo notória a valorização imobiliária mediante a presença de hotéis, pousadas, *campings*, sítios e casas para aluguel de temporada nas proximidades do rio Canoas. Essas estruturas, exemplificadas na Figura 3.12, são utilizadas para atendimento da demanda do fluxo de turistas na região.





**Figura 3.12 - Estruturas destinadas ao turismo ecológico no município de Urubici.**

Nota: A – Casa para aluguel de temporada. B – Placas indicativas de aluguel de casa e propriedade particular. C – Área de *camping* às margens do rio Canoas.

Ainda em campo, identificaram-se barcos, aparentemente, utilizados para a pesca, demonstrados na Figura 3.13A. Tal atividade é desenvolvida como lazer, especialmente na porção Alta do rio Canoas, conforme demonstrado na Figura 3.13B.



**Figura 3.13 - Indícios de pesca no rio Canoas.**

Nota: A – Barcos de pesca no município de Correia Pinto. B – Placa indicativa de pesca esportiva no município de Urubici.



### 3.2.4 Navegação

Verificou-se, durante os trabalhos de campo, o uso do rio Canoas para transporte de pessoas, veículos particulares, insumos e produtos agrícolas, por meio de balsas alocadas nos municípios de Ponte Alta, Otacílio Costa e Curitibaanos. Em Ponte Alta, a travessia do rio canoas é realizada por meio da balsa manual denominada “Vereador Ricardo Farias Lima”, apresentada na Figura 3.14A, de responsabilidade da Marinha Brasileira. Em Otacílio Costa, também foi identificado o uso de balsa manual, conhecida como “São Sebastião de Canoas”, de responsabilidade da Prefeitura Municipal e exposta na Figura 3.14B. Já em Curitibaanos, o transporte ocorre por meio de balsa “Valeco”, apresentada na Figura 3.14C, de propriedade particular, sendo a única da região operada com o uso de motor.



**Figura 3.14 - Balsas localizadas no Médio Canoas.**

Nota: A - Balsa Vereador Ricardo Farias Lima, no município de Ponte Alta. B - Balsa São Sebastião de Canoas, no município de Otacílio Costa. C - Balsa Valeco, no município de Curitibaanos.

## 4 ESTIMATIVA DAS SÉRIE DE VAZÕES DE USOS CONSUNTIVOS

No contexto da AIBH é imprescindível, para a avaliação dos usos consuntivos da água, a estimativa de séries de vazões a fim de obter perspectivas temporais e quantitativas acerca da demanda hídrica na região estudada. Tal procedimento possibilita, ainda, a determinação das vazões para os diferentes cenários propostos, bem como a avaliação do balanço hídrico.

Diante disso, foram estimadas as vazões de retirada, de retorno e de consumo considerando os seguintes usos:

- abastecimento urbano;

- abastecimento rural;
- criação de animais;
- irrigação; e,
- uso industrial.

Inicialmente, avaliaram-se os dados disponíveis para a estimativa das vazões de captação, retorno e consumo para os diferentes usos. Tais dados correspondem, principalmente, às informações socioeconômicas relacionadas ao consumo hídrico, sendo, portanto, utilizados os levantamentos realizados na fase de diagnóstico integrante do **Volume I – Diagnóstico Socioambiental** da AIBH do rio Canoas, bem como fontes complementares que se mostraram necessárias na etapa atual.

Na sequência, buscou-se a determinação de anos de referência para as estimativas aqui realizadas. Num primeiro momento, idealizou-se a utilização de anos concomitantes para todos os usos da água. Entretanto, diante da incongruência entre as datas, optou-se pela definição de anos de referência de forma particular para cada atividade. Assim sendo, foram definidos, ao menos, dois (2) anos de referência para cada atividade, viabilizando, assim, a extrapolação para os distintos cenários, os quais serão discutidos oportunamente.

As metodologias empregadas na estimativa das séries de vazões para os usos consuntivos são apresentadas a seguir. Destaca-se que o estudo **Estimativa das Vazões para Atividades de Uso Consuntivo da Água nas Principais Bacias do Sistema Interligado Nacional** (ONS/ANA/ANEEL/MME/CONSÓRCIO FAHMA-DZETA, 2005) foi utilizado como referência, tendo sido adotados, também, outros procedimentos.

#### **4.1 Abastecimento Urbano**

Para a obtenção das séries de vazões destinadas ao abastecimento urbano, foram levantados os dados de população urbana advindos dos censos demográficos de 1991, 2000 e 2010 (PNUD; FJP; Ipea, 2020). Além dos dados de população, os parâmetros utilizados na determinação da vazão captada foram o consumo *per capita*, apresentado na Tabela 4.1, e o índice de perdas, ambos provenientes do banco de dados do Snis (BRASIL, 2019). Em específico, para o índice de perdas, considerou-se o valor médio dos municípios analisados em 2019, correspondendo a 35%.

**Tabela 4.1 - Consumo *per capita* adotado para cada município.**

<b>Município</b>	<b>Q pc (l/hab.dia)</b>
Abdon Batista	588,3
Anita Garibaldi	109,8
Bocaina do Sul	130,8
Bom Retiro	114,2
Brunópolis	201,6
Campos Novos	120,9
Celso Ramos	102,7
Cerro Negro	110,6
Correia Pinto	126,8
Curitibanos	116,3
Lages	174,7
Otacílio Costa	124,2
Palmeira	118,3
Ponte Alta	109,2
Rio Rufino	171,2
São José do Cerrito	105,6
Urubici	121,1
Vargem	82,4

Fonte: Brasil (2019).

Dando sequência, a vazão de retirada, ou vazão captada, foi calculada por meio produto da população urbana pelo consumo *per capita*, somada à vazão perdida na distribuição, conforme Equação 5.1.

$$Q_{captada} = Pop_{urbana} \cdot Q_{pc} + (Pop_{urbana} \cdot Q_{pc}) \cdot 0,35 \quad \text{Equação 5.1}$$

Em que:

$Q_{captada}$  = vazão captada para abastecimento urbano (l/dia);

$Pop_{urb}$  = população urbana (habitantes); e,

$Q_{pc}$  = consumo de água *per capita* (l/hab.dia).

Como a sede municipal de todos os municípios analisados encontra-se dentro da área de estudo, mesmo para aqueles que apresentam parte de seu território fora da referida área, no quesito abastecimento urbano não foram realizadas adaptações nos dados de população para o cálculo da vazão captada.

Para estimativa da vazão de retorno foi considerada a recomendação da norma técnica NBR 9.649 (ABNT, 1986) bem como da ONS/ANA/ANEEL/MME/CONSÓRCIO FAHMA-DZETA (2005), utilizando, para tanto, o valor de 0,8 para o coeficiente de retorno na falta de valores obtidos em campo. A Equação 5.2 representa tal estimativa.

$$Q_{retorno} = Q_{captada} \cdot 0,8 \quad \text{Equação 5.2}$$

Em que:

$Q_{retorno}$  = vazão de retorno do abastecimento urbano (l/dia);

Em seguida, a vazão efetivamente consumida no abastecimento urbano é dada pela diferença da vazão de captação e vazão de retorno, como apresentado na Equação 5.3.

$$Q_{consumo} = Q_{captada} - Q_{retorno} \quad \text{Equação 5.3}$$

Em que:

$Q_{consumo}$  = vazão consumida pelo abastecimento urbano (l/dia).

#### 4.1.1 Resultados

Na sequência, a Tabela 4.2 apresenta os resultados das estimativas de vazões para abastecimento urbano.

**Tabela 4.2 - Demandas hídricas para abastecimento urbano.**

Município	1991			2000			2010		
	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)
Abdon Batista	0,0038	0,0031	0,0008	0,0066	0,0052	0,0013	0,0067	0,0053	0,0013
Anita Garibaldi	0,0060	0,0048	0,0012	0,0072	0,0057	0,0014	0,0078	0,0062	0,0016
Bocaina do Sul	0,0004	0,0004	0,0001	0,0008	0,0007	0,0002	0,0020	0,0016	0,0004
Bom Retiro	0,0072	0,0058	0,0014	0,0095	0,0076	0,0019	0,0115	0,0092	0,0023
Brunópolis	0,0024	0,0019	0,0005	0,0022	0,0018	0,0004	0,0022	0,0018	0,0004
Campos Novos	0,0322	0,0258	0,0064	0,0426	0,0341	0,0085	0,0511	0,0409	0,0102
Celso Ramos	0,0012	0,0010	0,0002	0,0010	0,0008	0,0002	0,0014	0,0011	0,0003
Cerro Negro	0,0006	0,0005	0,0001	0,0012	0,0010	0,0002	0,0013	0,0011	0,0003
Correia Pinto	0,0269	0,0215	0,0054	0,0239	0,0191	0,0048	0,0238	0,0191	0,0048
Curitibanos	0,0523	0,0418	0,0105	0,0589	0,0472	0,0118	0,0632	0,0505	0,0126
Lages	0,3723	0,2978	0,0745	0,4192	0,3354	0,0838	0,4202	0,3362	0,0840
Otacílio Costa	0,0194	0,0155	0,0039	0,0249	0,0199	0,0050	0,0289	0,0231	0,0058
Palmeira	0,0011	0,0009	0,0002	0,0014	0,0011	0,0003	0,0017	0,0014	0,0003
Ponte Alta	0,0052	0,0042	0,0010	0,0065	0,0052	0,0013	0,0061	0,0049	0,0012
Rio Rufino	0,0008	0,0007	0,0002	0,0015	0,0012	0,0003	0,0018	0,0015	0,0004
São José do Cerrito	0,0030	0,0024	0,0006	0,0036	0,0028	0,0007	0,0041	0,0033	0,0008
Urubici	0,0099	0,0079	0,0020	0,0126	0,0101	0,0025	0,0134	0,0107	0,0027
Vargem	0,0005	0,0004	0,0001	0,0008	0,0007	0,0002	0,0012	0,0009	0,0002
<b>Total</b>	<b>0,5453</b>	<b>0,4362</b>	<b>0,1091</b>	<b>0,6244</b>	<b>0,4995</b>	<b>0,1249</b>	<b>0,6483</b>	<b>0,5187</b>	<b>0,1297</b>

Nota: Qcap = vazão captada; Qret = vazão de retorno e Qcon = vazão consumida.

## 4.2 Abastecimento Rural

Para a obtenção das séries de vazão para o abastecimento rural, assim como para o abastecimento urbano, foram considerados os dados dos censos demográficos de 1991, 2000 e 2010 (PNUD; FJP; Ipea, 2020).

A vazão captada para o abastecimento rural foi determinada pelo produto da população rural municipal pelo consumo *per capita* de captação rural, conforme expresso na Equação 5.4.

$$Q_{captada} = Pop_{rural} \cdot Q_{pc} \quad \text{Equação 5.4}$$

Em que:

$Q_{captada}$  = vazão captada para abastecimento rural (l/dia);

$Pop_{rural}$  = população rural (habitantes); e,

$Q_{pc}$  = consumo de água *per capita* (l/hab.dia).

Para o consumo *per capita* rural adotou-se o valor de 100 l/hab.dia, sendo utilizado por ONS/ANA/ANEEL/MME/CONSÓRCIO FAHMA-DZETA (2005) para estimativas realizadas em municípios da bacia do rio Canoas.

Para a obtenção das séries de vazão captada foi necessário considerar a distribuição uniforme da população rural em todo o município. Dessa forma, o número de habitantes rurais em cada cidade foi ajustado em função do percentual do território municipal inserido na área de estudo.

Mesmo não havendo coleta de esgoto na maioria das áreas rurais estudadas, foi adotada uma taxa de retorno pertinente ao abastecimento rural, já que seus efluentes, normalmente, são despejados no solo, reabastecendo o lençol freático e o escoamento subterrâneo, ou diretamente em corpos hídricos. Considerou-se, nesse caso, a taxa de retorno de 0,5, conforme preconizado por ONS/ANA/ANEEL/MME/CONSÓRCIO FAHMA-DZETA (2005).

Assim sendo, a Equação 5.5 foi adotada para estimativa da vazão de retorno do abastecimento rural.

$$Q_{retorno} = Q_{captada} \cdot 0,5 \quad \text{Equação 5.5}$$

Em que:

$Q_{retorno}$  = vazão de retorno do abastecimento rural (l/dia).

Por fim, a vazão de consumo é o resultado da diferença entre a vazão captada e a vazão de retorno, conforme Equação 5.6.

$$Q_{consumo} = Q_{captada} - Q_{retorno} \quad \text{Equação 5.6}$$

Em que:

$Q_{consumo}$  = vazão consumida pelo abastecimento rural (l/dia).



## 4.2.1 Resultados

Na sequência, a Tabela 4.3 apresenta os resultados das estimativas de vazões para abastecimento rural.

**Tabela 4.3 - Demandas hídricas para abastecimento rural.**

Município	1991			2000			2010		
	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)
Abdon Batista	0,0033	0,0016	0,0016	0,0024	0,0012	0,0012	0,0022	0,0011	0,0011
Anita Garibaldi	0,0039	0,0019	0,0019	0,0035	0,0017	0,0017	0,0023	0,0012	0,0012
Bocaina do Sul	0,0035	0,0018	0,0018	0,0038	0,0019	0,0019	0,0027	0,0013	0,0013
Bom Retiro	0,0031	0,0016	0,0016	0,0026	0,0013	0,0013	0,0025	0,0013	0,0013
Brunópolis	0,0032	0,0016	0,0016	0,0030	0,0015	0,0015	0,0025	0,0012	0,0012
Campos Novos	0,0087	0,0043	0,0043	0,0064	0,0032	0,0032	0,0050	0,0025	0,0025
Celso Ramos	0,0016	0,0008	0,0008	0,0013	0,0007	0,0007	0,0011	0,0006	0,0006
Cerro Negro	0,0026	0,0013	0,0013	0,0017	0,0008	0,0008	0,0014	0,0007	0,0007
Correia Pinto	0,0047	0,0023	0,0023	0,0055	0,0028	0,0028	0,0032	0,0016	0,0016
Curitibanos	0,0047	0,0023	0,0023	0,0042	0,0021	0,0021	0,0034	0,0017	0,0017
Lages	0,0030	0,0015	0,0015	0,0020	0,0010	0,0010	0,0015	0,0008	0,0008
Otacílio Costa	0,0028	0,0014	0,0014	0,0012	0,0006	0,0006	0,0015	0,0007	0,0007
Palmeira	0,0012	0,0006	0,0006	0,0016	0,0008	0,0008	0,0017	0,0008	0,0008
Ponte Alta	0,0021	0,0010	0,0010	0,0016	0,0008	0,0008	0,0015	0,0008	0,0008
Rio Rufino	0,0020	0,0010	0,0010	0,0022	0,0011	0,0011	0,0020	0,0010	0,0010
São José do Cerrito	0,0109	0,0054	0,0054	0,0095	0,0048	0,0048	0,0078	0,0039	0,0039
Urubici	0,0035	0,0017	0,0017	0,0029	0,0014	0,0014	0,0029	0,0015	0,0015
Vargem	0,0034	0,0017	0,0017	0,0030	0,0015	0,0015	0,0022	0,0011	0,0011
<b>Total</b>	<b>0,0681</b>	<b>0,0340</b>	<b>0,0340</b>	<b>0,0584</b>	<b>0,0292</b>	<b>0,0292</b>	<b>0,0476</b>	<b>0,0238</b>	<b>0,0238</b>

Nota: Qcap = vazão captada; Qret = vazão de retorno e Qcon = vazão consumida.

### 4.3 Criação Animal

Para a estimativa das séries de vazões destinadas à criação de animais foram utilizados os dados referentes ao efetivo de rebanhos dos anos de 2009 a 2019, fornecidos por IBGE (2020).

O cálculo das vazões retiradas para abastecimento animal foi realizado, portanto, para cada um dos municípios, sendo a vazão total obtida pelo somatório das vazões correspondentes a cada espécie animal, expresso pela Equação 5.7, conforme preconizado por ONS/ANA/ANEEL/MME/CONSÓRCIO FAHMA-DZETA (2005).

$$Q_{captada} = \sum (Reb_{(espécie\ animal)} \cdot q_{(espécie\ animal)}) \quad \text{Equação 5.7}$$

Em que:

$Q_{captada}$  = vazão captada para criação animal (l/dia);

$Reb_{(espécie\ animal)}$  = rebanho por espécie animal (nº de animais); e,

$q_{(espécie\ animal)}$  = consumo de água *per capita* por espécie animal (l/animal.dia).

No que se refere ao consumo de água por espécie, aplicaram-se os valores demonstrados na Tabela 4.4.

**Tabela 4.4 - Consumo de água *per capita* por espécie.**

<b>Espécie Animal</b>	<b>Consumo (l/dia)</b>
Bovino	50,00
Suíno	12,50
Bublino	50,00
Equino	50,00
Asinino	50,00
Muar	50,00
Ovino	10,00
Caprino	10,00
Aves	0,36

Fonte: ONS/ANA/ANEEL/MME/CONSÓRCIO FAHMA-DZETA (2005).

Como alguns municípios estão parcialmente inseridos na área de estudo, adotou-se, para fins de cálculo do rebanho correspondente a cada espécie animal, o critério de proporcionalidade do território do município contido na área de estudo. Considerou-se, ainda, a distribuição uniforme dos rebanhos na área municipal.

Na sequência, para estimativa da vazão captada para dessedentação/criação animal que retorna aos cursos de água da bacia, foi considerada a recomendação de ONS/ANA/ANEEL/MME/CONSÓRCIO FAHMA-DZETA (2005), definindo o valor de 0,2 para o coeficiente de retorno. A Equação 5.8 representa matematicamente a estimativa realizada.

$$Q_{retorno} = Q_{captada} \cdot 0,2 \quad \text{Equação 5.8}$$

Em que:

$Q_{retorno}$  = vazão de retorno da criação animal (l/dia).

Em seguida, a vazão efetivamente consumida para dessedentação/criação animal é dada pela diferença da vazão de captação e vazão de retorno, conforme Equação 5.9.

$$Q_{consumo} = Q_{captada} - Q_{retorno} \quad \text{Equação 5.9}$$

Em que:

$Q_{retorno}$  = vazão de retorno da criação animal (l/dia).

### 4.3.1 Resultados

Na sequência, a Tabela 4.5 apresenta os resultados das estimativas de vazões para criação animal.

**Tabela 4.5 - Demandas hídricas para criação animal.**

Município	2009			2010			2011			2012		
	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)
Abdon Batista	0,0080	0,0016	0,0064	0,0082	0,0016	0,0066	0,0088	0,0018	0,0070	0,0087	0,0017	0,0069
Anita Garibaldi	0,0094	0,0019	0,0075	0,0080	0,0016	0,0064	0,0101	0,0020	0,0081	0,0106	0,0021	0,0084
Bocaina do Sul	0,0089	0,0018	0,0071	0,0073	0,0015	0,0059	0,0085	0,0017	0,0068	0,0064	0,0013	0,0051
Bom Retiro	0,0179	0,0036	0,0143	0,0150	0,0030	0,0120	0,0153	0,0031	0,0122	0,0164	0,0033	0,0131
Brunópolis	0,0092	0,0018	0,0073	0,0090	0,0018	0,0072	0,0098	0,0020	0,0078	0,0092	0,0018	0,0074
Campos Novos	0,0461	0,0092	0,0369	0,0479	0,0096	0,0383	0,0488	0,0098	0,0391	0,0489	0,0098	0,0391
Celso Ramos	0,0035	0,0007	0,0028	0,0037	0,0007	0,0029	0,0036	0,0007	0,0029	0,0036	0,0007	0,0029
Cerro Negro	0,0048	0,0010	0,0038	0,0046	0,0009	0,0037	0,0048	0,0010	0,0038	0,0047	0,0009	0,0037
Correia Pinto	0,0165	0,0033	0,0132	0,0158	0,0032	0,0126	0,0177	0,0035	0,0142	0,0149	0,0030	0,0119
Curitibanos	0,0295	0,0059	0,0236	0,0301	0,0060	0,0240	0,0256	0,0051	0,0205	0,0268	0,0054	0,0215
Lages	0,0306	0,0061	0,0245	0,0296	0,0059	0,0237	0,0260	0,0052	0,0208	0,0290	0,0058	0,0232
Otacílio Costa	0,0088	0,0018	0,0071	0,0067	0,0013	0,0054	0,0090	0,0018	0,0072	0,0086	0,0017	0,0069
Palmeira	0,0068	0,0014	0,0055	0,0045	0,0009	0,0036	0,0059	0,0012	0,0047	0,0070	0,0014	0,0056
Ponte Alta	0,0133	0,0027	0,0106	0,0117	0,0023	0,0094	0,0117	0,0023	0,0094	0,0123	0,0025	0,0098
Rio Rufino	0,0059	0,0012	0,0047	0,0054	0,0011	0,0043	0,0062	0,0012	0,0050	0,0065	0,0013	0,0052
São José do Cerrito	0,0227	0,0045	0,0182	0,0221	0,0044	0,0177	0,0234	0,0047	0,0187	0,0253	0,0051	0,0202
Urubici	0,0163	0,0033	0,0130	0,0142	0,0028	0,0114	0,0148	0,0030	0,0119	0,0154	0,0031	0,0124
Vargem	0,0092	0,0018	0,0074	0,0096	0,0019	0,0077	0,0096	0,0019	0,0077	0,0094	0,0019	0,0075
<b>Total</b>	<b>0,2675</b>	<b>0,0535</b>	<b>0,2140</b>	<b>0,2535</b>	<b>0,0507</b>	<b>0,2028</b>	<b>0,2598</b>	<b>0,0520</b>	<b>0,2078</b>	<b>0,2635</b>	<b>0,0527</b>	<b>0,2108</b>

Continua.

Continuação.

Município	2013			2014			2015			2016		
	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)
Abdon Batista	0,0086	0,0017	0,0069	0,0090	0,0018	0,0072	0,0092	0,0018	0,0074	0,0090	0,0018	0,0072
Anita Garibaldi	0,0087	0,0017	0,0070	0,0096	0,0019	0,0076	0,0102	0,0020	0,0082	0,0106	0,0021	0,0085
Bocaina do Sul	0,0089	0,0018	0,0071	0,0098	0,0020	0,0078	0,0103	0,0021	0,0083	0,0112	0,0022	0,0090
Bom Retiro	0,0155	0,0031	0,0124	0,0594	0,0119	0,0475	0,0176	0,0035	0,0141	0,0185	0,0037	0,0148
Brunópolis	0,0082	0,0016	0,0066	0,0085	0,0017	0,0068	0,0087	0,0017	0,0070	0,0090	0,0018	0,0072
Campos Novos	0,0490	0,0098	0,0392	0,0516	0,0103	0,0412	0,0497	0,0099	0,0398	0,0493	0,0099	0,0394
Celso Ramos	0,0036	0,0007	0,0029	0,0036	0,0007	0,0029	0,0037	0,0007	0,0030	0,0040	0,0008	0,0032
Cerro Negro	0,0041	0,0008	0,0033	0,0046	0,0009	0,0037	0,0047	0,0009	0,0038	0,0048	0,0010	0,0038
Correia Pinto	0,0149	0,0030	0,0119	0,0167	0,0033	0,0134	0,0173	0,0035	0,0138	0,0190	0,0038	0,0152
Curitibanos	0,0253	0,0051	0,0202	0,0285	0,0057	0,0228	0,0251	0,0050	0,0201	0,0276	0,0055	0,0221
Lages	0,0266	0,0053	0,0213	0,0275	0,0055	0,0220	0,0286	0,0057	0,0229	0,0300	0,0060	0,0240
Otacílio Costa	0,0088	0,0018	0,0071	0,0096	0,0019	0,0077	0,0099	0,0020	0,0079	0,0106	0,0021	0,0085
Palmeira	0,0061	0,0012	0,0049	0,0064	0,0013	0,0051	0,0064	0,0013	0,0051	0,0068	0,0014	0,0054
Ponte Alta	0,0125	0,0025	0,0100	0,0113	0,0023	0,0090	0,0112	0,0022	0,0090	0,0124	0,0025	0,0099
Rio Rufino	0,0063	0,0013	0,0050	0,0065	0,0013	0,0052	0,0069	0,0014	0,0055	0,0073	0,0015	0,0059
São José do Cerrito	0,0247	0,0049	0,0198	0,0268	0,0054	0,0214	0,0269	0,0054	0,0215	0,0296	0,0059	0,0237
Urubici	0,0167	0,0033	0,0134	0,0177	0,0035	0,0142	0,0180	0,0036	0,0144	0,0196	0,0039	0,0157
Vargem	0,0095	0,0019	0,0076	0,0088	0,0018	0,0070	0,0085	0,0017	0,0068	0,0088	0,0018	0,0071
<b>Total</b>	<b>0,2580</b>	<b>0,0516</b>	<b>0,2064</b>	<b>0,3157</b>	<b>0,0631</b>	<b>0,2525</b>	<b>0,2730</b>	<b>0,0546</b>	<b>0,2184</b>	<b>0,2881</b>	<b>0,0576</b>	<b>0,2305</b>

Continua.



Município	2017			2018			2019		
	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)
Abdon Batista	0,0087	0,0017	0,0070	0,0094	0,0019	0,0076	0,0093	0,0019	0,0074
Anita Garibaldi	0,0112	0,0022	0,0090	0,0113	0,0023	0,0090	0,0108	0,0022	0,0086
Bocaina do Sul	0,0120	0,0024	0,0096	0,0097	0,0019	0,0077	0,0108	0,0022	0,0087
Bom Retiro	0,0178	0,0036	0,0143	0,0151	0,0030	0,0121	0,0157	0,0031	0,0125
Brunópolis	0,0082	0,0016	0,0066	0,0085	0,0017	0,0068	0,0085	0,0017	0,0068
Campos Novos	0,0471	0,0094	0,0377	0,0463	0,0093	0,0370	0,0466	0,0093	0,0372
Celso Ramos	0,0034	0,0007	0,0028	0,0039	0,0008	0,0031	0,0039	0,0008	0,0031
Cerro Negro	0,0050	0,0010	0,0040	0,0046	0,0009	0,0036	0,0047	0,0009	0,0037
Correia Pinto	0,0190	0,0038	0,0152	0,0171	0,0034	0,0137	0,0203	0,0041	0,0162
Curitibanos	0,0259	0,0052	0,0207	0,0263	0,0053	0,0210	0,0267	0,0053	0,0213
Lages	0,0307	0,0061	0,0245	0,0266	0,0053	0,0213	0,0274	0,0055	0,0219
Otacílio Costa	0,0111	0,0022	0,0089	0,0096	0,0019	0,0076	0,0099	0,0020	0,0079
Palmeira	0,0071	0,0014	0,0057	0,0069	0,0014	0,0056	0,0071	0,0014	0,0057
Ponte Alta	0,0118	0,0024	0,0094	0,0106	0,0021	0,0085	0,0107	0,0021	0,0086
Rio Rufino	0,0072	0,0014	0,0057	0,0051	0,0010	0,0041	0,0057	0,0011	0,0046
São José do Cerrito	0,0303	0,0061	0,0243	0,0283	0,0057	0,0227	0,0290	0,0058	0,0232
Urubici	0,0199	0,0040	0,0159	0,0153	0,0031	0,0122	0,0154	0,0031	0,0123
Vargem	0,0083	0,0017	0,0066	0,0089	0,0018	0,0071	0,0091	0,0018	0,0072
<b>Total</b>	<b>0,2849</b>	<b>0,0570</b>	<b>0,2279</b>	<b>0,2635</b>	<b>0,0527</b>	<b>0,2108</b>	<b>0,2715</b>	<b>0,0543</b>	<b>0,2172</b>

Nota: Qcap = vazão captada; Qret = vazão de retorno e Qcon = vazão consumida.

#### 4.4 Irrigação

A estimativa de vazões captadas para irrigação foi realizada para todos os municípios pertencentes à área de estudo, sendo expressa pela Equação 5.10.

$$Q_{captada} = A_i \cdot k_{cap} \quad \text{Equação 5.10}$$

Em que:

$Q_{captada}$  = vazão captada para fins de irrigação (l/dia);

$A_i$  = área irrigada (hectares); e,

$K_{cap}$  = coeficiente de captação específica (l/s/ha).

As áreas irrigadas por município foram obtidas nos Censos Agropecuários de 2006 e 2017 (IBGE, 2006 e 2017). Assim como aplicado anteriormente, como alguns municípios estão parcialmente inseridos na área de estudo, adotou-se, para fins de cálculo da área irrigada, o critério de proporcionalidade do território do município contido na área de estudo, assumindo-se que as regiões irrigadas em cada município são distribuídas uniformemente.

Paralelamente, de acordo com FBB; MMA & FUNARBE (2011), a captação específica média para irrigação do estado de Santa Catarina, integrante da Equação 5.10, é 0,52 l/s/ha.

Na sequência, para a vazão efetivamente consumida, multiplicou-se a área irrigada pelo coeficiente de consumo específico, como denota a Equação 5.11.

$$Q_{consumo} = A_i \cdot k_{cons} \quad \text{Equação 5.11}$$

Em que:

$Q_{consumo}$  = vazão consumida na irrigação (l/dia); e,

$K_{cons}$  = coeficiente de consumo específico (l/s/ha).

Para a estimativa do consumo específico médio, foi adotada a mesma taxa usada nos estudos do PERH-SC (SDE, 2017), equivalente a 48% da vazão captada. Assim sendo, a Tabela 4.6 apresenta os coeficientes utilizados nos cálculos da Equação 5.10 e Equação 5.11.

**Tabela 4.6 - Vazões de captação e consumo específico.**

<b>Kcap (l/s/ha)</b>	<b>Kcons (l/s/ha)</b>
0,52	0,25

Fonte: FBB; MMA; FUNARBE (2011) e SDE (2017).

Conforme Equação 5.12, a vazão de retorno é o resultado da diferença entre a vazão captada e a vazão consumida.

$$Q_{retorno} = Q_{captada} - Q_{consumo} \quad \text{Equação 5.12}$$

Em que:

$Q_{retorno}$  = vazão de retorno da irrigação (l/dia).

#### 4.4.1 Resultados

Na sequência, a Tabela 4.7 apresenta os resultados das estimativas de vazões para irrigação.

**Tabela 4.7 - Demandas hídricas para irrigação.**

Município	2006			2017		
	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)
Abdon Batista	0,0034	0,0017	0,0016	0,0104	0,0054	0,0050
Anita Garibaldi	0,0015	0,0008	0,0007	0,0038	0,0020	0,0018
Bocaina do Sul	0,0000	0,0000	0,0000	0,0047	0,0024	0,0022
Bom Retiro	0,0794	0,0413	0,0381	0,0656	0,0341	0,0315
Brunópolis	0,0244	0,0127	0,0117	0,0712	0,0370	0,0342
Campos Novos	0,0601	0,0312	0,0288	0,0821	0,0427	0,0394
Celso Ramos	0,0058	0,0030	0,0028	0,0254	0,0132	0,0122
Cerro Negro	0,0000	0,0000	0,0000	0,0011	0,0006	0,0005
Correia Pinto	0,0203	0,0106	0,0097	0,0348	0,0181	0,0167
Curitibanos	0,3819	0,1986	0,1833	0,3380	0,1758	0,1622
Lages	0,0099	0,0051	0,0047	0,1050	0,0546	0,0504
Otacílio Costa	0,0000	0,0000	0,0000	0,0014	0,0007	0,0007
Palmeira	0,0000	0,0000	0,0000	0,0036	0,0019	0,0017
Ponte Alta	0,0225	0,0117	0,0108	0,0057	0,0030	0,0027
Rio Rufino	0,0229	0,0119	0,0110	0,0182	0,0095	0,0087
São José do Cerrito	0,0178	0,0093	0,0085	0,0504	0,0262	0,0242
Urubici	0,1770	0,0920	0,0850	0,1288	0,0670	0,0618
Vargem	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<b>Total</b>	<b>0,8268</b>	<b>0,4299</b>	<b>0,3969</b>	<b>0,9504</b>	<b>0,4942</b>	<b>0,4562</b>

Nota: Qcap = vazão captada; Qret = vazão de retorno e Qcon = vazão consumida.

#### 4.5 Uso Industrial

A partir da análise dos dados disponíveis por município, concluiu-se que a aplicação de uma metodologia que relaciona a quantidade de empregados na indústria com a água captada é o único procedimento viável para a área em estudo, replicando o procedimento já utilizado por ANA (2017) no estudo **Água na Indústria: Uso e Coeficientes Técnicos**.

Assim sendo, as séries de vazões para o uso industrial foram estimadas a partir da quantidade de empregados na indústria. Para tanto, foram utilizados os dados disponibilizados pelo Sistema IBGE de Recuperação Automática (Sidra) (IBGE, 2019), relativos ao número de pessoal ocupado por classe da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (Cnae 2.0) e por município, sendo esses dados referentes aos anos de 2009 a 2019.

Ainda, a metodologia empregada para o cálculo da demanda industrial baseou-se na estimativa de consumo de água para cada tipo de indústria, segundo o número de operários. A relação entre demanda de água e setor industrial foi obtida a partir de ANA (2017), conforme Tabela 4.8.

**Tabela 4.8 - Coeficientes de retirada e consumo industrial.**

<b>Classificação Nacional das Atividades Econômicas – CNAE 2.0</b>	<b>Coeficiente de Retirada (Litros.empregado.dia-1)</b>	<b>Coeficiente de Consumo (%)</b>
<b>FABRICAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS</b>		
<b><i>Abate e fabricação de produtos de carne</i></b>		
Abate de reses, exceto suínos	2.491	12,5
Abate de suínos, aves e outros pequenos animais	2.904	12,5
Fabricação de produtos de carne	751	12,5
<b><i>Preservação do pescado e fabricação de produtos do pescado</i></b>		
Preservação do pescado e fabricação de produtos do pescado	1.187	20
<b><i>Fabricação de conservas de frutas, legumes e outros vegetais</i></b>		
Fabricação de conservas de frutas	1.550	20
Fabricação de conservas de legumes e outros vegetais	892	20
Fabricação de sucos de frutas, hortaliças e legumes	2.312	20
<b><i>Fabricação de óleos e gorduras vegetais e animais</i></b>		
Fabricação de óleos vegetais em bruto, exceto óleo de milho	2.769	0
Fabricação de óleos vegetais refinados, exceto óleo de milho	3.253	0
Fabricação de margarina e outras gorduras vegetais e de óleos não-comestíveis de animais	2.304	0
<b><i>Laticínios</i></b>		
Preparação do leite	1.886	36
Fabricação de laticínios	2.089	36
Fabricação de sorvetes e outros gelados comestíveis	1.396	36
<b><i>Moagem, fabricação de produtos amiláceos e de alimentos para animais</i></b>		
Beneficiamento de arroz e fabricação de produtos do arroz	667	28,8
Moagem de trigo e fabricação de derivados	866	28,8
Fabricação de farinha de mandioca e derivados	2.387	28,8
Fabricação de farinha de milho e derivados, exceto óleos de milho	150	28,8
Fabricação de amidos e féculas de vegetais e de óleos de milho	4.261	28,8
Fabricação de alimentos para animais	902	28,8
Moagem e fabricação de produtos de origem vegetal não especificados anteriormente	2.288	28,8
<b><i>Fabricação e refino de açúcar</i></b>		
Fabricação de açúcar em bruto	16.490	100
Fabricação de açúcar refinado	16.490	100
<b><i>Torrefação e moagem de café</i></b>		
Torrefação e moagem de café	436	20
Fabricação de produtos à base de café	694	20
<b><i>Fabricação de outros produtos alimentícios</i></b>		
Fabricação de produtos de panificação	176	20,1
Fabricação de biscoitos e bolachas	248	20,1
Fabricação de produtos derivados do cacau, de chocolates e confeitos	596	20,1
Fabricação de massas alimentícias	404	20,1
Fabricação de especiarias, molhos, temperos e condimentos	2.269	20,1
Fabricação de alimentos e pratos prontos	1.666	20,1
Fabricação de produtos alimentícios não especificados anteriormente	904	20,1
<b>FABRICAÇÃO DE BEBIDAS</b>		
<b><i>Fabricação de bebidas alcoólicas</i></b>		
Fabricação de aguardentes e outras bebidas destiladas	2.764	37,9
Fabricação de vinho	5.414	20
Fabricação de malte, cervejas e chopes	13.330	21,1
<b><i>Fabricação de bebidas não-alcoólicas</i></b>		
	4.782	40,9

Continua.

Continuação

Classificação Nacional das Atividades Econômicas – CNAE 2.0	Coefficiente de Retirada (Litros.empregado.dia-1)	Coefficiente de Consumo (%)
<b>FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DO FUMO</b>	<b>811</b>	<b>20</b>
<b>FABRICAÇÃO DE PRODUTOS TÊXTEIS</b>		
<i><b>Preparação e fiação de fibras têxteis</b></i>		
Preparação e fiação de fibras de algodão	1.347	19,5
Preparação e fiação de fibras têxteis naturais, exceto algodão	2.908	19,5
Fiação de fibras artificiais e sintéticas	6.473	19,5
Fabricação de linhas para costurar e bordar	1.803	19,5
<i><b>Tecelagem, exceto malha</b></i>		
Tecelagem de fios de algodão	1.395	16,7
Tecelagem de fios de fibras têxteis naturais, exceto algodão	1.319	16,7
Tecelagem de fios de fibras artificiais e sintéticas	761	16,7
<i><b>Fabricação de tecidos de malha</b></i>	<b>2.292</b>	<b>16,7</b>
<i><b>Acabamentos em fios, tecidos e artefatos têxteis</b></i>	<b>4.204</b>	<b>18,8</b>
<i><b>Fabricação de artefatos têxteis, exceto vestuário</b></i>	<b>594</b>	<b>84,9</b>
<b>CONFECÇÃO DE ARTIGOS DO VESTUÁRIO E ACESSÓRIOS</b>		
<i><b>Confecção de artigos do vestuário e acessórios</b></i>	<b>510</b>	<b>18,5</b>
<i><b>Fabricação de artigos de malharia e tricotagem</b></i>	<b>510</b>	<b>19,3</b>
<b>PREPARAÇÃO DE COUROS E FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE COURO, ARTIGOS PARA VIAGEM E CALÇADOS</b>		
<i><b>Curtimento e outras preparações de couro</b></i>	<b>3.086</b>	<b>0</b>
<i><b>Fabricação de artigos para viagem e de artefatos diversos de couro</b></i>	<b>1.895</b>	<b>20</b>
<i><b>Fabricação de calçados</b></i>	<b>1.895</b>	<b>19,1</b>
<i><b>Fabricação de partes para calçados, de qualquer material</b></i>	<b>1.895</b>	<b>21,1</b>
<b>FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MADEIRA</b>		
<i><b>Desdobramento de madeira</b></i>		
Desdobramento de madeira	250	20
<i><b>Fabricação de produtos de madeira, cortiça e material trançado, exceto móveis</b></i>		
Fabricação de madeira laminada e de chapas de madeira compensada, prensada e aglomerada	600	26,3
Fabricação de estruturas de madeira e de artigos de carpintaria para construção	155	26,3
Fabricação de artefatos de tanoaria e de embalagens de madeira	351	26,3
Fabricação de artefatos de madeira, palha, cortiça, vime e material trançado não especificados anteriormente, exceto móveis	289	26,3
<b>FABRICAÇÃO DE CELULOSE, PAPEL E PRODUTOS DE PAPEL</b>		
<i><b>Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel</b></i>	<b>107.683</b>	<b>12,7</b>
<i><b>Fabricação de papel, cartolina e papel-cartão</b></i>		
Fabricação de papel	8.167	18,1
Fabricação de cartolina e papel-cartão	8.159	18,1
<i><b>Fabricação de embalagens de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado</b></i>		
Fabricação de embalagens de papel	409	71,7
Fabricação de embalagens de cartolina e papel-cartão	607	71,7
Fabricação de chapas e de embalagens de papelão ondulado	409	71,7
<i><b>Fabricação de produtos diversos de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado</b></i>		
Fabricação de produtos de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado para uso comercial e de escritório	197	32,1
Fabricação de produtos de papel para usos doméstico e higiênico-sanitário	6.000	32,1
Fabricação de produtos de pastas celulósicas, papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado não especificados anteriormente	321	32,1
<b>IMPRESSÃO E REPRODUÇÃO DE GRAVAÇÕES</b>	<b>173</b>	<b>18,8</b>
<b>FABRICAÇÃO DE COQUE, DE PRODUTOS DERIVADOS DO PETRÓLEO E DE BIOCOMBUSTÍVEIS</b>		
<i><b>Coquerias</b></i>	<b>20.409</b>	<b>20,2</b>
<i><b>Fabricação de produtos derivados do petróleo</b></i>		
Fabricação de produtos do refino de petróleo	15.051	20,2
Fabricação de produtos derivados do petróleo, exceto produtos do refino	1.611	20,2

Continua.



Classificação Nacional das Atividades Econômicas – CNAE 2.0	Coefficiente de Retirada (Litros.empregado.dia-1)	Coeficiente de Consumo (%)
Continuação.		
<b>Fabricação de biocombustíveis</b>	19.192	100
<b>FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS</b>		
<b>Fabricação de produtos químicos inorgânicos</b>		
Fabricação de cloro e álcalis	5.323	29,2
Fabricação de intermediários para fertilizantes	2.929	29,2
Fabricação de adubos e fertilizantes	2.941	29,2
Fabricação de gases industriais	2.880	29,2
Fabricação de produtos químicos inorgânicos não especificados anteriormente	2.220	29,2
<b>Fabricação de produtos químicos orgânicos</b>		
Fabricação de produtos petroquímicos básicos	2.172	53,6
Fabricação de intermediários para plastificantes, resinas e fibras	7.185	53,6
Fabricação de produtos químicos orgânicos não especificados anteriormente	7.185	53,6
<b>Fabricação de resinas e elastômeros</b>		
Fabricação de resinas termoplásticas	4.014	61,7
Fabricação de resinas termofixas	362	61,7
Fabricação de elastômeros	16.687	61,7
<b>Fabricação de fibras artificiais e sintéticas</b>		
Fabricação de fibras artificiais e sintéticas	752	20
<b>Fabricação de defensivos agrícolas e desinfestantes domissanitários</b>		
	2.077	32
<b>Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal</b>		
Fabricação de sabões e detergentes sintéticos	1.165	48,5
Fabricação de produtos de limpeza e polimento	447	48,5
Fabricação de cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	417	48,5
<b>Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins</b>		
Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes e lacas	186	70
Fabricação de tintas de impressão	520	70
Fabricação de impermeabilizantes, solventes e produtos afins	494	70
<b>Fabricação de produtos e preparados químicos diversos</b>		
Fabricação de adesivos e selantes	1.110	8,3
Fabricação de explosivos	567	8,3
Fabricação de aditivos de uso industrial	771	8,3
Fabricação de catalisadores	2.978	8,3
Fabricação de produtos químicos não especificados anteriormente	1.954	8,3
<b>FABRICAÇÃO DE PRODUTOS FARMOQUÍMICOS E FARMACÊUTICOS</b>		
<b>Fabricação de produtos farmoquímicos</b>	1.257	20
<b>Fabricação de produtos farmacêuticos</b>		
Fabricação de medicamentos para uso humano	499	20
Fabricação de medicamentos para uso veterinário	1.103	20
Fabricação de preparações farmacêuticas	146	20
<b>FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE BORRACHA E DE MATERIAL PLÁSTICO</b>		
<b>Fabricação de produtos de borracha</b>		
Fabricação de pneumáticos e de câmaras-de-ar	1.440	20
Reforma de pneumáticos usados	411	20
Fabricação de artefatos de borracha não especificados anteriormente	196	20
<b>Fabricação de produtos de material plástico</b>		
Fabricação de laminados planos e tubulares de material plástico	188	21,7
Fabricação de embalagens de material plástico	149	21,7
Fabricação de tubos e acessórios de material plástico para uso na construção	148	21,7
Fabricação de artefatos de material plástico não especificados anteriormente	157	21,7

Continua.

Continuação.

Classificação Nacional das Atividades Econômicas – CNAE 2.0	Coefficiente de Retirada (Litros.empregado.dia-1)	Coefficiente de Consumo (%)
<b>FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MINERAIS NÃO-METÁLICOS</b>		
<b><i>Fabricação de vidro e de produtos do vidro</i></b>		
Fabricação de vidro plano e de segurança	2.636	17,2
Fabricação de embalagens de vidro	1.880	17,2
Fabricação de artigos de vidro	1.880	17,2
<b><i>Fabricação de cimento</i></b>		
Fabricação de cimento	2.629	100
<b><i>Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e materiais semelhantes</i></b>	547	100
<b><i>Fabricação de produtos cerâmicos</i></b>		
Fabricação de produtos cerâmicos refratários	379	21,2
Fabricação de produtos cerâmicos não-refratários para uso estrutural na construção	190	21,2
Fabricação de produtos cerâmicos não-refratários não especificados anteriormente	155	21,2
<b><i>Aparelhamento de pedras e fabricação de outros produtos de minerais não-metálicos</i></b>		
Aparelhamento e outros trabalhos em pedras	360	20,3
Fabricação de cal e gesso	2.546	20,3
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos não especificados anteriormente	1.000	20,3
<b>METALURGIA</b>		
<b><i>Produção de ferro-gusa e de ferroligas</i></b>		
Produção de ferro-gusa	3.034	21,7
Produção de ferroligas	5.708	21,7
<b><i>Siderurgia</i></b>		
Produção de semi-acabados de aço	19.600	25,9
Produção de laminados planos de aço	9.626	25,9
Produção de laminados longos de aço	6.419	25,9
Produção de relaminados, trefilados e perfilados de aço	1.477	25,9
<b><i>Produção de tubos de aço, exceto tubos sem costura</i></b>		
Produção de tubos de aço com costura	305	20
Produção de outros tubos de ferro e aço	885	20
<b><i>Metalurgia dos metais não-ferrosos</i></b>		
Metalurgia do alumínio e suas ligas	1.286	20
Metalurgia dos metais preciosos	19.415	20
Metalurgia do cobre	5.462	20
Metalurgia dos metais não-ferrosos e suas ligas não especificados anteriormente	4.849	20
<b><i>Fundição</i></b>		
Fundição de ferro e aço	164	20
Fundição de metais não-ferrosos e suas ligas	240	20
<b>FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE METAL, EXCETO MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS</b>		
<b><i>Fabricação de estruturas metálicas e obras de caldeiraria pesada</i></b>	173	46,8
<b><i>Fabricação de tanques, reservatórios metálicos e caldeiras</i></b>	212	46,8
<b><i>Forjaria, estamparia, metalurgia do pó e serviços de tratamento de metais</i></b>	337	46,8
<b><i>Fabricação de artigos de cutelaria, de serralheria e ferramentas</i></b>	143	46,8
<b><i>Fabricação de equipamento bélico pesado, armas de fogo e munições</i></b>	683	46,8
<b><i>Fabricação de produtos de metal não especificados anteriormente</i></b>	369	46,8
<b>FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA, PRODUTOS ELETRÔNICOS E ÓPTICOS</b>	<b>182</b>	<b>20</b>
<b>FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS E MATERIAIS ELÉTRICOS</b>	<b>167</b>	<b>20</b>
<b>FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS</b>	<b>203</b>	<b>18,9</b>

Continua.

Continuação.

Classificação Nacional das Atividades Econômicas – CNAE 2.0	Coefficiente de Retirada (Litros.empregado.dia-1)	Coefficiente de Consumo (%)
<b>FABRICAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES, REBOQUES E CARROCERIAS</b>		
<i>Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários</i>	405	18
<i>Fabricação de caminhões e ônibus</i>	183	17,8
<i>Fabricação de cabines, carrocerias e reboques para veículos automotores</i>	84	20
<i>Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores</i>	212	38,1
<i>Recondicionamento e recuperação de motores para veículos automotores</i>	168	20
<b>FABRICAÇÃO DE OUTROS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE, EXCETO VEÍCULOS AUTOMOTORES</b>		
<i>Construção de embarcações</i>	1.950	20
<i>Fabricação de veículos ferroviários</i>	432	20
<i>Fabricação de aeronaves</i>	165	12,4
<i>Fabricação de veículos militares de combate</i>	213	20
<i>Fabricação de equipamentos de transporte não especificados anteriormente</i>	174	20
<b>FABRICAÇÃO DE MÓVEIS</b>	<b>98</b>	20
<b>FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DIVERSOS</b>	<b>842</b>	20
<b>MANUTENÇÃO, REPARAÇÃO E INSTALAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS</b>	<b>162</b>	20

Fonte: ANA (2017).

A vazão captada foi, então, obtida pelo produto do número de empregados das classes industriais pelos respectivos coeficientes de retirada, expressa pela Equação 5.13.

$$Q_{captada} = N_{(classe)} \cdot q_{ret.(classe)} \quad \text{Equação 5.13}$$

Em que:

$Q_{captada}$  = vazão captada para fins industriais (l/dia);

N = número de empregados por classe (empregados); e,

$q_{ret.}$  = coeficiente de retirada da classe (l.empregados/dia).

Para obtenção da vazão de consumo multiplicou-se a vazão captada pelos coeficientes de consumo de cada classe, como explicita a Equação 5.14.

$$Q_{consumo} = Q_{captada} \cdot K_{cons.(classe)} \quad \text{Equação 5.14}$$

Sendo:

$Q_{consumo}$  = vazão de consumo industrial (l/dia); e,

$K_{cons.}$  = coeficiente de consumo da classe (%).

Por fim, a vazão de retorno se deu pela diferença entre a vazão captada e a vazão consumida, conforme Equação 5.15.

$$Q_{retorno} = Q_{captada} - Q_{consumo} \quad \text{Equação 5.15}$$

Em que:

$Q_{retorno}$  = vazão de retorno dos usos industriais (l/dia).

#### 4.5.1 Resultados

Na sequência, a Tabela 4.9 apresenta os resultados das estimativas de vazões para uso industrial.

**Tabela 4.9 - Demandas hídricas para uso industrial.**

Município	2009			2010			2011			2012		
	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)
Abdon Batista	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
Anita Garibaldi	0,0035	0,0020	0,0016	0,0023	0,0007	0,0016	0,0026	0,0008	0,0019	0,0021	0,0006	0,0015
Bocaina do Sul	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0002	0,0002	0,0000
Bom Retiro	0,0016	0,0012	0,0004	0,0019	0,0014	0,0005	0,0022	0,0017	0,0005	0,0018	0,0014	0,0004
Brunópolis	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000
Campos Novos	0,0062	0,0045	0,0017	0,0062	0,0043	0,0019	0,0081	0,0058	0,0023	0,0089	0,0064	0,0025
Celso Ramos	0,0001	0,0001	0,0000	0,0002	0,0002	0,0000	0,0003	0,0002	0,0001	0,0005	0,0003	0,0001
Cerro Negro	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000
Correia Pinto	0,0021	0,0016	0,0006	0,0036	0,0027	0,0009	0,0018	0,0012	0,0006	0,0020	0,0014	0,0006
Curitibanos	0,0539	0,0450	0,0089	0,0158	0,0115	0,0043	0,0169	0,0122	0,0048	0,0204	0,0153	0,0051
Lages	0,0746	0,0608	0,0138	0,0866	0,0697	0,0169	0,0418	0,0305	0,0113	0,0916	0,0738	0,0178
Otacílio Costa	0,0059	0,0044	0,0015	0,0091	0,0069	0,0022	0,0065	0,0049	0,0016	0,0098	0,0076	0,0023
Palmeira	0,0038	0,0023	0,0015	0,0030	0,0019	0,0012	0,0037	0,0023	0,0015	0,0046	0,0028	0,0018
Ponte Alta	0,0005	0,0004	0,0001	0,0005	0,0004	0,0001	0,0004	0,0003	0,0001	0,0005	0,0004	0,0001
Rio Rufino	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0002	0,0001	0,0004	0,0003	0,0001	0,0004	0,0003	0,0001
São José do Cerrito	0,0002	0,0001	0,0000	0,0002	0,0002	0,0000	0,0002	0,0002	0,0000	0,0002	0,0002	0,0000
Urubici	0,0009	0,0007	0,0003	0,0010	0,0008	0,0003	0,0006	0,0005	0,0001	0,0007	0,0005	0,0002
Vargem	0,0006	0,0004	0,0002	0,0005	0,0004	0,0001	0,0004	0,0003	0,0001	0,0003	0,0002	0,0001
<b>Total</b>	<b>0,1543</b>	<b>0,1238</b>	<b>0,0305</b>	<b>0,1317</b>	<b>0,1015</b>	<b>0,0302</b>	<b>0,0863</b>	<b>0,0613</b>	<b>0,0250</b>	<b>0,1441</b>	<b>0,1114</b>	<b>0,0327</b>

Continua.

Continuação.

Município	2013			2014			2015			2016		
	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)
Abdon Batista	0,0002	0,0002	0,0000	0,0004	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
Anita Garibaldi	0,0021	0,0006	0,0015	0,0012	0,0006	0,0006	0,0012	0,0006	0,0006	0,0011	0,0005	0,0005
Bocaina do Sul	0,0002	0,0002	0,0000	0,0002	0,0001	0,0000	0,0002	0,0002	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000
Bom Retiro	0,0012	0,0009	0,0002	0,0019	0,0015	0,0004	0,0014	0,0011	0,0003	0,0012	0,0010	0,0003
Brunópolis	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0002	0,0001
Campos Novos	0,0164	0,0126	0,0038	0,0160	0,0122	0,0037	0,0180	0,0136	0,0044	0,0131	0,0097	0,0035
Celso Ramos	0,0006	0,0004	0,0002	0,0006	0,0004	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000	0,0002	0,0001	0,0001
Cerro Negro	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001
Correia Pinto	0,0044	0,0034	0,0010	0,0046	0,0035	0,0012	0,0042	0,0032	0,0011	0,0040	0,0030	0,0010
Curitibanos	0,0169	0,0124	0,0046	0,0179	0,0131	0,0048	0,0205	0,0151	0,0053	0,0192	0,0145	0,0048
Lages	0,0949	0,0763	0,0186	0,0497	0,0364	0,0133	0,0892	0,0713	0,0179	0,0419	0,0312	0,0107
Otacílio Costa	0,0064	0,0049	0,0015	0,0075	0,0058	0,0017	0,0062	0,0048	0,0014	0,0049	0,0035	0,0013
Palmeira	0,0038	0,0023	0,0016	0,0035	0,0021	0,0014	0,0035	0,0021	0,0014	0,0055	0,0032	0,0023
Ponte Alta	0,0005	0,0004	0,0001	0,0008	0,0006	0,0002	0,0008	0,0006	0,0002	0,0008	0,0007	0,0002
Rio Rufino	0,0007	0,0006	0,0001	0,0004	0,0003	0,0001	0,0004	0,0003	0,0001	0,0004	0,0003	0,0001
São José do Cerrito	0,0002	0,0002	0,0000	0,0003	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0000	0,0002	0,0002	0,0001
Urubici	0,0008	0,0006	0,0002	0,0008	0,0006	0,0002	0,0006	0,0004	0,0002	0,0008	0,0006	0,0002
Vargem	0,0007	0,0005	0,0002	0,0007	0,0005	0,0002	0,0006	0,0005	0,0002	0,0007	0,0005	0,0002
<b>Total</b>	<b>0,1504</b>	<b>0,1165</b>	<b>0,0338</b>	<b>0,1067</b>	<b>0,0785</b>	<b>0,0281</b>	<b>0,1476</b>	<b>0,1143</b>	<b>0,0333</b>	<b>0,0948</b>	<b>0,0693</b>	<b>0,0255</b>

Continua.

Continuação.

Município	2017			2018			2019		
	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)
Abdon Batista	0,0002	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Anita Garibaldi	0,0011	0,0005	0,0005	0,0011	0,0007	0,0004	0,0017	0,0012	0,0005
Bocaina do Sul	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0003	0,0002	0,0001
Bom Retiro	0,0013	0,0010	0,0003	0,0014	0,0011	0,0003	0,0020	0,0016	0,0004
Brunópolis	0,0006	0,0003	0,0003	0,0007	0,0004	0,0003	0,0007	0,0004	0,0003
Campos Novos	0,0103	0,0075	0,0028	0,0126	0,0092	0,0034	0,0178	0,0130	0,0049
Celso Ramos	0,0003	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0000
Cerro Negro	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0003	0,0001	0,0002
Correia Pinto	0,0020	0,0013	0,0007	0,0025	0,0018	0,0007	0,0029	0,0021	0,0007
Curitibanos	0,0176	0,0131	0,0045	0,0181	0,0134	0,0047	0,0164	0,0121	0,0043
Lages	0,0465	0,0341	0,0123	0,0455	0,0336	0,0119	0,0534	0,0397	0,0137
Otacílio Costa	0,0045	0,0034	0,0011	0,0038	0,0027	0,0011	0,0050	0,0037	0,0013
Palmeira	0,0044	0,0022	0,0021	0,0048	0,0028	0,0020	0,0055	0,0032	0,0023
Ponte Alta	0,0007	0,0005	0,0002	0,0012	0,0010	0,0003	0,0011	0,0009	0,0003
Rio Rufino	0,0003	0,0003	0,0001	0,0004	0,0003	0,0001	0,0005	0,0004	0,0001
São José do Cerrito	0,0002	0,0002	0,0000	0,0005	0,0004	0,0001	0,0005	0,0004	0,0001
Urubici	0,0007	0,0005	0,0002	0,0011	0,0008	0,0003	0,0010	0,0008	0,0003
Vargem	0,0006	0,0004	0,0002	0,0006	0,0004	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000
<b>Total</b>	<b>0,0914</b>	<b>0,0660</b>	<b>0,0254</b>	<b>0,0948</b>	<b>0,0690</b>	<b>0,0258</b>	<b>0,1094</b>	<b>0,0799</b>	<b>0,0295</b>

Nota: Qcap = vazão captada; Qret = vazão de retorno e Qcon = vazão consumida.



## 5 CENÁRIOS DE USOS DA ÁGUA

Objetivando identificar tendências de comportamento das demandas hídricas na área de estudo, foram elaborados cenários de usos múltiplos da água considerando quatro (4) horizontes temporais, quais sejam: atual (2021); curto prazo (2022); médio prazo (2030) e longo prazo (2040).

Neste contexto, os cenários são apresentados a seguir, contemplando todos os setores usuários de água.

### 5.1 Usos Consuntivos

No que se refere aos usos consuntivos, em virtude da indisponibilidade de dados atuais para a estimativa das séries de vazões, os resultados referentes ao cenário atual foram fruto, assim como os demais, de extrapolações a partir das informações disponíveis já apresentadas no item 4 (*ESTIMATIVA DAS SÉRIE DE VAZÕES DE USOS CONSUNTIVOS*).

#### 5.1.1 Abastecimento Urbano

Como influência no abastecimento urbano, registra-se a crescente privatização de serviços públicos de água e esgoto, bem como a aprimoração do gerenciamento do setor de saneamento e de gestão de recursos hídricos. Há de se considerar, também, o significativo desenvolvimento tecnológico que vem ocorrendo nesse campo, principalmente no que se refere aos sistemas de tratamento de água e de esgotos. Como consequência, verifica-se, a nível nacional, o aumento da cobertura devido à melhoria da relação custo/benefício na execução de sistemas de abastecimento de água e de coleta de esgotos.

Diante das tendências do setor e, sobretudo, do Marco Legal do Saneamento, estabelecido pela Lei 14.026, de 15 de julho de 2020 (BRASIL, 2020), é plausível supor alterações nos padrões de consumo de água bem como no índice de perdas e retorno, coeficientes utilizados nas estimativas das demandas hídricas. Entretanto, a indisponibilidade de informações locais acerca desses três (3) parâmetros dificulta a previsibilidade dessas alterações a nível municipal. Assim, para as estimativas das demandas de abastecimento urbano dos cenários propostos, optou-se pela manutenção dos valores de consumo *per capita* e índices de perda e retorno aplicados no item 4.1 (*Abastecimento Urbano*).

No que se refere à população urbana, com base nos dados dos censos demográficos de 2000 e 2010, disponibilizados por PNUD; FJP e Ipea (2020), foram aplicadas projeções geométricas para a obtenção das populações urbanas para os anos de 2021 (cenário atual), 2022 (cenário curto), 2030 (cenário médio) e 2040 (cenário longo), estando estas apresentadas na Tabela 5.1.

**Tabela 5.1 - Populações urbanas extrapoladas para os anos de 2021, 2022, 2030 e 2040.**

<b>Município</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2030</b>	<b>2040</b>
Abdon Batista	998	1.027	1.297	1.737
Anita Garibaldi	5.318	5.394	6.042	6.961
Bocaina do Sul	2.279	2.463	4.595	10.016
Bom Retiro	8.380	8.586	10.425	13.287
Brunópolis	675	672	651	626
Campos Novos	35.357	36.227	44.001	56.104
Celso Ramos	952	959	1.022	1.106
Cerro Negro	1.217	1.269	1.780	2.718
Correia Pinto	11.197	11.125	10.564	9.903
Curitibanos	38.804	39.194	42.452	46.909
Lages	165.114	166.169	174.860	186.365
Otacílio Costa	18.765	19.163	22.672	27.976
Palmeira	1.180	1.207	1.441	1.799
Ponte Alta	3.928	3.962	4.240	4.616
Rio Rufino	1.096	1.143	1.603	2.447
São José do Cerrito	3.001	3.052	3.493	4.136
Urubici	8.426	8.562	9.732	11.422
Vargem	1.405	1.464	2.030	3.055

Em seguida, a metodologia aplicada para estimar as vazões de retirada, de retorno e de consumo com fins de abastecimento urbano foi análoga à apresentada no item 4.1 (*Abastecimento Urbano*).

### **5.1.2 Abastecimento Rural**

Assim como para o abastecimento urbano, as tendências relacionadas ao saneamento e à gestão dos recursos hídricos também influenciam nas variáveis de consumo e retorno da água destinadas à população rural. Analogamente, diante da indisponibilidade de dados já narrada, foram mantidos os valores anteriormente utilizados no item 4.2 (*Abastecimento Rural*).

A população rural para os anos de 2021, 2022, 2030 e 2040, apresentadas na Tabela 5.2, também foi obtida por meio da aplicação de projeções geométricas a partir dos dados dos censos de 2000 e 2010 advindos de PNUD; FJP; Ipea (2020). Cabe lembrar que esses dados foram ajustados considerando o critério da porção municipal pertencente à área de estudo, conforme já detalhado anteriormente.

**Tabela 5.2 - Populações rurais extrapoladas e ajustadas para os anos de 2021, 2022, 2030 e 2040.**

<b>Município</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2030</b>	<b>2040</b>
Abdon Batista	1.545	1.515	1.289	1.054
Anita Garibaldi	1.476	1.436	1.154	877
Bocaina do Sul	1.986	1.958	1.748	1.516
Bom Retiro	1.941	1.920	1.755	1.568
Brunópolis	1.867	1.844	1.667	1.469
Campos Novos	3.105	3.015	2.383	1.776
Celso Ramos	804	789	680	564
Cerro Negro	835	808	619	444
Correia Pinto	2.216	2.172	1.850	1.514
Curitibanos	2.499	2.460	2.165	1.846
Lages	898	867	654	459
Otacílio Costa	871	842	642	458
Palmeira	1.779	1.812	2.105	2.537
Ponte Alta	1.105	1.087	958	817
Rio Rufino	1.761	1.763	1.773	1.785
São José do Cerrito	5.614	5.519	4.810	4.052
Urubici	2.272	2.252	2.092	1.908
Vargem	1.481	1.447	1.202	953

Em seguida, a metodologia aplicada para estimar as vazões de retirada, de retorno e de consumo com fins de abastecimento rural foi equivalente à descrita no item 4.2 (*Abastecimento Rural*).

### 5.1.3 Criação Animal

A estimativa de cenários dos usos da água para o setor de criação animal foi realizada exclusivamente em função dos efetivos de rebanho em cada município, divulgados por IBGE (2020), com dados de 2009 a 2019. A partir daí, foi aplicada regressão linear, que reflete a tendência de evolução para cada uma das espécies, projetando-se, assim, os rebanhos para os anos de 2021, 2022, 2030 e 2040.

Por se tratar de metodologia matemática, em alguns casos, na ocorrência de tendência de decréscimo, obtiveram-se números negativos para os rebanhos. Especificamente para esses casos, realizou-se, novamente, a regressão linear considerando os dados a partir de 2014. Quando, ainda assim, obtiveram-se resultados negativos, considerou-se que o rebanho da respectiva espécie seria nulo para o ano em análise.

Na sequência, a Tabela 5.3 até Tabela 5.6 apresentam os efetivos de rebanhos dos municípios analisados para os diferentes cenários. Cabe lembrar que esses dados foram ajustados considerando o critério da porção municipal pertencente à área de estudo, conforme já detalhado anteriormente.

**Tabela 5.3 - Número de rebanhos extrapolados e ajustados para 2021.**

Município	2021							
	Bovino	Bubalino	Equino	Suíno	Caprino	Ovino	Galináceos	Codornas
Abdon Batista	15.255	0	126	4.361	41	148	13.016	0
Anita Garibaldi	18.745	2	721	1.445	87	825	12.793	317
Bocaina do Sul	18.963	18	1.278	851	85	1.334	6.217	26
Bom Retiro	25.010	3	1.108	933	117	6.117	1.107.932	68
Brunópolis	12.307	0	305	5.908	0	494	9.738	4
Campos Novos	46.417	28	971	97.783	241	4.781	1.353.681	0
Celso Ramos	6.272	0	100	1.172	54	86	4.569	0
Cerro Negro	7.377	0	306	1.263	43	373	3.812	15
Correia Pinto	29.819	2	1.871	1.909	187	1.778	223.886	15
Curitibanos	33.069	13	981	34.698	4	4.626	9.308	118
Lages	43.458	77	3.413	1.037	30	4.941	50.426	247
Otacílio Costa	17.491	3	559	3.136	33	1.316	6.664	24
Palmeira	11.794	45	713	77	9	1.076	5.116	36
Ponte Alta	15.727	0	542	833	10	1.204	230.989	91
Rio Rufino	10.542	0	503	1.165	60	405	4.044	0
São José do Cerrito	51.598	12	1.545	4.422	266	3.255	29.671	60
Urubici	29.779	204	1.282	509	112	795	5.497	12
Vargem	13.732	26	266	1.528	46	378	12.238	0

**Tabela 5.4 - Número de rebanhos extrapolados e ajustados para 2022.**

Município	2022							
	Bovino	Bubalino	Equino	Suíno	Caprino	Ovino	Galináceos	Codornas
Abdon Batista	15.452	0	116	4.397	42	143	12.915	0
Anita Garibaldi	19.106	2	759	1.452	88	839	11.621	342
Bocaina do Sul	19.539	17	1.338	841	90	1.402	5.970	29
Bom Retiro	25.083	3	1.114	861	113	6.336	1.101.134	79
Brunópolis	12.210	0	302	5.905	0	354	10.035	4
Campos Novos	47.070	16	945	96.327	175	4.620	1.308.825	0
Celso Ramos	6.328	0	94	1.184	55	81	4.568	0
Cerro Negro	7.367	0	321	1.301	43	363	3.508	17
Correia Pinto	30.276	2	1.963	1.948	192	1.786	236.124	17
Curitibanos	32.681	8	939	35.092	0	4.298	6.647	130
Lages	43.364	76	3.507	983	29	4.900	50.867	245
Otacílio Costa	17.822	4	598	3.310	31	1.411	7.105	27
Palmeira	12.017	50	763	981	6	1.079	4.950	40
Ponte Alta	15.630	0	566	826	0	1.193	203.524	101
Rio Rufino	10.637	0	513	1.239	46	406	3.780	0
São José do Cerrito	53.041	11	1.534	4.350	261	3.252	28.548	67
Urubici	30.138	215	1.320	471	117	789	6.120	13
Vargem	13.564	28	266	1.571	36	374	12.786	0

**Tabela 5.5 - Número de rebanhos extrapolados e ajustados para 2030.**

Município	2030							
	Bovino	Bubalino	Equino	Suíno	Caprino	Ovino	Galináceos	Codornas
Abdon Batista	17.024	0	36	4.683	47	103	12.101	0
Anita Garibaldi	21.989	0	1.060	1.516	102	951	2.242	542
Bocaina do Sul	24.144	9	1.824	761	125	1.951	3.998	51
Bom Retiro	25.667	5	1.153	291	84	8.092	1.046.754	164
Brunópolis	11.436	0	277	5.879	0	0	12.413	6
Campos Novos	52.288	0	735	84.677	0	3.341	949.979	0
Celso Ramos	6.782	0	43	1.277	63	42	4.565	0
Cerro Negro	7.290	0	439	1.606	42	284	1.075	30
Correia Pinto	33.925	1	2.702	2.265	226	1.850	334.028	30
Curitibanos	29.574	4	605	38.240	0	1.672	27.627	224
Lages	42.614	71	4.259	550	15	4.575	54.402	230
Otacílio Costa	20.467	9	911	4.712	12	2.166	10.635	48
Palmeira	13.800	94	1.162	1.445	0	1.104	3.626	70
Ponte Alta	14.859	0	760	772	117	1.105	381.354	178
Rio Rufino	11.398	0	592	1.826	0	413	1.671	0
São José do Cerrito	64.578	6	1.439	3.778	219	3.227	19.562	118
Urubici	33.013	304	1.625	161	153	743	11.098	24
Vargem	12.222	50	263	1.910	0	343	17.166	0



**Tabela 5.6 - Número de rebanhos extrapolados e ajustados para 2040.**

Município	2040							
	Bovino	Bubalino	Equino	Suíno	Caprino	Ovino	Galináceos	Codornas
Abdon Batista	18.990	0	0	5.041	54	53	11.083	0
Anita Garibaldi	25.594	0	1.437	1.594	119	1.092	21.920	792
Bocaina do Sul	29.902	0	2.432	661	169	2.636	1.533	79
Bom Retiro	26.396	8	1.201	0	49	10.285	978.779	270
Brunópolis	10.468	0	247	5.846	0	0	15.385	9
Campos Novos	58.811	0	473	70.116	0	1.743	501.421	0
Celso Ramos	7.349	0	0	1.393	73	0	4.561	0
Cerro Negro	7.193	0	587	1.987	41	183	40.075	46
Correia Pinto	38.487	0	3.626	2.662	268	1.930	456.408	46
Curitibanos	25.690	0	188	42.175	0	0	32.454	342
Lages	41.676	64	5.200	9	7	4.168	58.819	211
Otacílio Costa	23.774	15	1.302	6.464	0	3.110	15.047	75
Palmeira	16.029	149	1.661	2.025	0	1.135	1.970	108
Ponte Alta	13.895	0	1.003	704	166	995	424.641	274
Rio Rufino	12.349	0	691	2.561	0	422	11.622	0
São José do Cerrito	78.999	0	1.321	3.062	167	3.195	8.329	181
Urubici	36.605	414	2.006	0	199	686	17.319	37
Vargem	10.544	76	260	2.334	0	303	22.642	0

A metodologia utilizada para a determinação da demanda de água para criação animal foi a mesma descrita no item 4.3 (*Criação Animal*), baseada no efetivo dos rebanhos dos diferentes animais.

#### 5.1.4 Irrigação

No campo da agricultura, especialmente se tratando de grandes produções voltadas, principalmente, para a exportação, o investimento em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias que objetivam o aumento da produtividade e a redução de custos é bastante significativo. Diante disso, no cenário da irrigação, especialmente a longo prazo, é esperado o uso de equipamentos e técnicas mais eficientes, responsáveis pela diminuição nas perdas por condução, distribuição e aplicação de água.

Embora seja conhecida a tendência de melhoria na eficiência dos sistemas de irrigação, a quantificação desse aspecto em termos dos índices de captação e consumo de água, utilizados na estimativa das demandas hídricas, é bastante limitada. Prezando por evitar subestimativas, optou-se pela manutenção dos parâmetros para os cálculos referentes aos cenários propostos. Assim, os cenários estudados previram, restritamente, alterações de áreas irrigadas dentro dos municípios avaliados.

Para tanto, inicialmente, buscou-se realizar a extrapolação dos dados obtidos nos censos agropecuários de 2006 e 2017, advindos de IBGE (2006 e 2017), mediante aplicação das taxas de crescimento anual para cada cidade. Especialmente para os municípios em que havia área irrigada igual a zero (0) em 2006 e demonstraram surgimento de irrigação em 2017, tal metodologia se tornou inviável, tendo essa situação ocorrido nas cidades de Bocaina do Sul, Cerro Negro, Otacílio Costa e Palmeira. Além disso, para municípios que demonstraram crescimento muito expressivo, como o caso de Lages, ao realizar a extrapolação para cenários de médio e longo prazo, foram obtidos valores extremamente altos, não condizentes com a realidade.

Diante dessas ocorrências, optou-se por adotar critério regional, sendo aplicada, para todos os municípios, a taxa de crescimento média do estado de Santa Catarina para o período de 2006 a 2017, correspondendo a 2,08% ao ano, conforme Secretaria de Estado da Agricultura e Pesca (SANTA CATARINA, 2018).

Neste contexto, as áreas irrigadas estimadas são demonstradas na Tabela 5.7, sendo esses dados também ajustados conforme a porção do território municipal contido na área de estudo.

**Tabela 5.7 - Áreas irrigadas extrapoladas e ajustadas para os anos de 2021, 2022, 2030 e 2040.**

Município	2021 (ha)	2022 (ha)	2030 (ha)	2040 (ha)
Abdon Batista	21,72	22,17	26,14	32,11
Anita Garibaldi	7,98	8,15	9,61	24,08
Bocaina do Sul	9,77	9,98	11,76	14,45
Bom Retiro	136,98	139,83	164,86	232,81
Brunópolis	148,76	151,85	179,04	219,97
Campos Novos	171,50	175,06	206,41	340,39
Celso Ramos	53,08	54,18	63,88	150,93
Cerro Negro	2,32	2,37	2,79	8,03
Correia Pinto	72,75	74,26	87,56	107,57
Curitibanos	705,79	720,47	849,46	1043,63
Lages	219,20	223,76	263,82	682,38
Otacílio Costa	2,84	2,90	3,42	4,82
Palmeira	7,60	7,76	9,15	11,24
Ponte Alta	11,94	12,19	14,38	17,66
Rio Rufino	38,00	38,79	45,74	56,20
São José do Cerrito	105,33	107,52	126,77	155,74
Urubici	269,00	274,59	323,76	574,80
Vargem	0,00	0,00	0,00	0,00

Finalmente, a metodologia utilizada para estimar as vazões de retirada, de retorno e de consumo para a irrigação foi a mesma descrita no item 4.4 (*Irrigação*).

### 5.1.5 Uso Industrial

Conforme já relatado, no que se refere ao uso industrial, a inconsistência e indisponibilidade de dados são fatores limitantes para a estimativa das demandas hídricas bem como para projeções para diferentes cenários. Assim sendo, a metodologia aqui adotada é análoga à utilizada no item 4.5 (*Uso Industrial*).

No que se refere ao consumo por operário bem como às taxas de consumo de água por classe, foram mantidos os valores aplicados anteriormente, sendo as adaptações para a projeção dos cenários limitadas ao crescimento ou decréscimo do número de empregados.

Ademais, a estimativa de cenários dos usos da água para a indústria foi realizada a partir dos dados de empregados por setor industrial dos anos de 2009 a 2019, divulgados por IBGE (2020). Para estes dados foi aplicada regressão linear, projetando-se, assim, o número de operários para os anos de 2021, 2022, 2030 e 2040.

Por se tratar de metodologia matemática, em alguns casos, na ocorrência de tendência de decréscimo, obtiveram-se números negativos de empregados. Especificamente para esses casos, realizou-se, novamente, a regressão linear considerando os dados a partir de 2014. Quando, ainda assim, obtiveram-se resultados negativos, considerou-se que o número de empregados da respectiva atividade seria nulo para o município.

De forma resumida, a Tabela 5.8 apresenta o total de empregados por municípios para os quatro (4) cenários estipulados.

**Tabela 5.8 - Número de empregados extrapolados do setor industrial para os anos de 2021, 2022, 2030 e 2040.**

<b>Município</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2030</b>	<b>2040</b>
Abdon Batista	43	46	72	108
Anita Garibaldi	339	355	529	745
Bocaina do Sul	64	66	92	128
Bom Retiro	277	275	284	381
Brunópolis	54	56	86	121
Campos Novos	1.718	1.760	2.232	2.802
Celso Ramos	60	61	78	99
Cerro Negro	51	53	70	92
Correia Pinto	729	757	1.051	1.427
Curitibanos	2.033	2.047	2.279	2.840
Lages	7.425	7.647	9.339	11.862
Otacílio Costa	987	1.018	1.534	2.055
Palmeira	264	274	357	468
Ponte Alta	234	242	416	588
Rio Rufino	109	112	144	183
São José do Cerrito	78	78	85	93
Urubici	118	121	151	199
Vargem	87	90	120	158

Por fim, a partir das extrapolações, foram estimadas as vazões de retirada, de retorno e de consumo para o uso industrial dos anos de 2021, 2022, 2030 e 2040.

### **5.1.6 Resultados**

Na sequência, a Tabela 5.9 até Tabela 5.12 apresentam as vazões de captação, retorno e consumo para todos os usos da água analisados, considerando os quatro (4) cenários estabelecidos.

**Tabela 5.9 - Demandas hídricas para o ano de 2021.**

Município	2021																	
	Total			Abastecimento Urbano			Abastecimento Rural			Criação Animal			Irrigação			Industrial		
	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)
Abdon Batista	0,0321	0,0162	0,0159	0,0092	0,0073	0,0018	0,0018	0,0009	0,0009	0,0096	0,0019	0,0077	0,0113	0,0059	0,0054	0,0002	0,0001	0,0001
Anita Garibaldi	0,0280	0,0135	0,0145	0,0091	0,0073	0,0018	0,0017	0,0009	0,0009	0,0116	0,0023	0,0093	0,0042	0,0022	0,0020	0,0014	0,0008	0,0005
Bocaina do Sul	0,0243	0,0101	0,0142	0,0047	0,0037	0,0009	0,0023	0,0011	0,0011	0,0120	0,0024	0,0096	0,0051	0,0026	0,0024	0,0002	0,0002	0,0001
Bom Retiro	0,1107	0,0556	0,0551	0,0150	0,0120	0,0030	0,0022	0,0011	0,0011	0,0206	0,0041	0,0165	0,0712	0,0370	0,0342	0,0017	0,0014	0,0003
Brunópolis	0,0906	0,0451	0,0455	0,0021	0,0017	0,0004	0,0022	0,0011	0,0011	0,0083	0,0017	0,0066	0,0774	0,0402	0,0371	0,0007	0,0004	0,0003
Campos Novos	0,2264	0,1253	0,1011	0,0668	0,0534	0,0134	0,0036	0,0018	0,0018	0,0478	0,0096	0,0382	0,0892	0,0464	0,0428	0,0191	0,0141	0,0049
Celso Ramos	0,0342	0,0170	0,0172	0,0015	0,0012	0,0003	0,0009	0,0005	0,0005	0,0039	0,0008	0,0031	0,0276	0,0144	0,0132	0,0003	0,0002	0,0001
Cerro Negro	0,0092	0,0038	0,0054	0,0021	0,0017	0,0004	0,0010	0,0005	0,0005	0,0047	0,0009	0,0038	0,0012	0,0006	0,0006	0,0003	0,0001	0,0002
Correia Pinto	0,0860	0,0453	0,0406	0,0222	0,0177	0,0044	0,0026	0,0013	0,0013	0,0198	0,0040	0,0158	0,0378	0,0197	0,0182	0,0036	0,0027	0,0009
Curitiba	0,4868	0,2694	0,2174	0,0705	0,0564	0,0141	0,0029	0,0014	0,0014	0,0253	0,0051	0,0202	0,3670	0,1908	0,1762	0,0211	0,0157	0,0054
Lages	0,6497	0,4674	0,1823	0,4507	0,3606	0,0901	0,0010	0,0005	0,0005	0,0281	0,0056	0,0225	0,1140	0,0593	0,0547	0,0559	0,0415	0,0144
Otacílio Costa	0,0556	0,0367	0,0188	0,0364	0,0291	0,0073	0,0010	0,0005	0,0005	0,0111	0,0022	0,0089	0,0015	0,0008	0,0007	0,0056	0,0041	0,0015
Palmeira	0,0211	0,0094	0,0117	0,0022	0,0017	0,0004	0,0021	0,0010	0,0010	0,0074	0,0015	0,0059	0,0040	0,0021	0,0019	0,0055	0,0031	0,0024
Ponte Alta	0,0260	0,0123	0,0137	0,0067	0,0054	0,0013	0,0013	0,0006	0,0006	0,0106	0,0021	0,0085	0,0062	0,0032	0,0030	0,0012	0,0009	0,0003
Rio Rufino	0,0319	0,0154	0,0165	0,0029	0,0023	0,0006	0,0020	0,0010	0,0010	0,0066	0,0013	0,0053	0,0198	0,0103	0,0095	0,0005	0,0004	0,0001
São José do Cerrito	0,0986	0,0424	0,0562	0,0050	0,0040	0,0010	0,0065	0,0032	0,0032	0,0319	0,0064	0,0255	0,0548	0,0285	0,0263	0,0004	0,0004	0,0001
Urubici	0,1778	0,0912	0,0865	0,0159	0,0128	0,0032	0,0026	0,0013	0,0013	0,0183	0,0037	0,0146	0,1399	0,0727	0,0671	0,0010	0,0008	0,0003
Vargem	0,0125	0,0043	0,0081	0,0018	0,0014	0,0004	0,0017	0,0009	0,0009	0,0084	0,0017	0,0067	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0003	0,0001
<b>Total</b>	<b>2,2015</b>	<b>1,2804</b>	<b>0,9210</b>	<b>0,7248</b>	<b>0,5798</b>	<b>0,1450</b>	<b>0,0394</b>	<b>0,0197</b>	<b>0,0197</b>	<b>0,2861</b>	<b>0,0572</b>	<b>0,2289</b>	<b>1,0320</b>	<b>0,5366</b>	<b>0,4953</b>	<b>0,1191</b>	<b>0,0870</b>	<b>0,0321</b>

Nota: Qcap = vazão captada; Qret = vazão de retorno e Qcon = vazão consumida.

**Tabela 5.10 - Demandas hídricas para o ano de 2022.**

Município	2022																	
	Total			Abastecimento Urbano			Abastecimento Rural			Criação Animal			Irrigação			Industrial		
	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)
Abdon Batista	0,0327	0,0165	0,0161	0,0094	0,0076	0,0019	0,0018	0,0009	0,0009	0,0097	0,0019	0,0078	0,0115	0,0060	0,0055	0,0002	0,0002	0,0001
Anita Garibaldi	0,0284	0,0137	0,0148	0,0093	0,0074	0,0019	0,0017	0,0008	0,0008	0,0119	0,0024	0,0095	0,0042	0,0022	0,0020	0,0014	0,0008	0,0006
Bocaina do Sul	0,0251	0,0105	0,0146	0,0050	0,0040	0,0010	0,0023	0,0011	0,0011	0,0124	0,0025	0,0099	0,0052	0,0027	0,0025	0,0002	0,0002	0,0001
Bom Retiro	0,1126	0,0567	0,0559	0,0153	0,0123	0,0031	0,0022	0,0011	0,0011	0,0206	0,0041	0,0165	0,0727	0,0378	0,0349	0,0017	0,0014	0,0004
Brunópolis	0,0922	0,0459	0,0463	0,0021	0,0017	0,0004	0,0021	0,0011	0,0011	0,0082	0,0016	0,0065	0,0790	0,0411	0,0379	0,0008	0,0004	0,0003
Campos Novos	0,2309	0,1284	0,1025	0,0684	0,0547	0,0137	0,0035	0,0017	0,0017	0,0477	0,0095	0,0382	0,0910	0,0473	0,0437	0,0202	0,0150	0,0052
Celso Ramos	0,0348	0,0173	0,0175	0,0015	0,0012	0,0003	0,0009	0,0005	0,0005	0,0039	0,0008	0,0031	0,0282	0,0147	0,0135	0,0003	0,0002	0,0001
Cerro Negro	0,0093	0,0039	0,0055	0,0022	0,0018	0,0004	0,0009	0,0005	0,0005	0,0047	0,0009	0,0038	0,0012	0,0006	0,0006	0,0003	0,0001	0,0002
Correia Pinto	0,0870	0,0457	0,0413	0,0220	0,0176	0,0044	0,0025	0,0013	0,0013	0,0202	0,0040	0,0161	0,0386	0,0201	0,0185	0,0036	0,0027	0,0010
Curitiba	0,4956	0,2744	0,2212	0,0712	0,0570	0,0142	0,0028	0,0014	0,0014	0,0251	0,0050	0,0201	0,3746	0,1948	0,1798	0,0218	0,0162	0,0056
Lages	0,6574	0,4729	0,1845	0,4536	0,3629	0,0907	0,0010	0,0005	0,0005	0,0281	0,0056	0,0225	0,1164	0,0605	0,0559	0,0584	0,0434	0,0150
Otacílio Costa	0,0568	0,0375	0,0192	0,0372	0,0298	0,0074	0,0010	0,0005	0,0005	0,0113	0,0023	0,0091	0,0015	0,0008	0,0007	0,0057	0,0042	0,0015
Palmeira	0,0217	0,0096	0,0121	0,0022	0,0018	0,0004	0,0021	0,0010	0,0010	0,0077	0,0015	0,0062	0,0040	0,0021	0,0019	0,0056	0,0032	0,0025
Ponte Alta	0,0261	0,0124	0,0137	0,0068	0,0054	0,0014	0,0013	0,0006	0,0006	0,0105	0,0021	0,0084	0,0063	0,0033	0,0030	0,0013	0,0010	0,0003
Rio Rufino	0,0325	0,0157	0,0168	0,0031	0,0024	0,0006	0,0020	0,0010	0,0010	0,0067	0,0013	0,0054	0,0202	0,0105	0,0097	0,0005	0,0004	0,0001
São José do Cerrito	0,1006	0,0432	0,0573	0,0050	0,0040	0,0010	0,0064	0,0032	0,0032	0,0327	0,0065	0,0262	0,0559	0,0291	0,0268	0,0005	0,0004	0,0001
Urubici	0,1812	0,0930	0,0882	0,0162	0,0130	0,0032	0,0026	0,0013	0,0013	0,0185	0,0037	0,0148	0,1428	0,0743	0,0685	0,0010	0,0008	0,0003
Vargem	0,0124	0,0044	0,0080	0,0019	0,0015	0,0004	0,0017	0,0008	0,0008	0,0083	0,0017	0,0067	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0004	0,0001
<b>Total</b>	<b>2,2372</b>	<b>1,3016</b>	<b>0,9356</b>	<b>0,7326</b>	<b>0,5860</b>	<b>0,1465</b>	<b>0,0388</b>	<b>0,0194</b>	<b>0,0194</b>	<b>0,2883</b>	<b>0,0577</b>	<b>0,2307</b>	<b>1,0534</b>	<b>0,5478</b>	<b>0,5056</b>	<b>0,1241</b>	<b>0,0908</b>	<b>0,0334</b>

Nota: Qcap = vazão captada; Qret = vazão de retorno e Qcon = vazão consumida.

**Tabela 5.11 - Demandas hídricas para o ano de 2030.**

Município	2030																	
	Total			Abastecimento Urbano			Abastecimento Rural			Criação Animal			Irrigação			Industrial		
	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)
Abdon Batista	0,0379	0,0197	0,0182	0,0119	0,0095	0,0024	0,0015	0,0007	0,0007	0,0106	0,0021	0,0085	0,0136	0,0071	0,0065	0,0003	0,0002	0,0001
Anita Garibaldi	0,0337	0,0168	0,0169	0,0104	0,0083	0,0021	0,0013	0,0007	0,0007	0,0137	0,0027	0,0110	0,0050	0,0026	0,0024	0,0033	0,0025	0,0009
Bocaina do Sul	0,0332	0,0150	0,0182	0,0094	0,0075	0,0019	0,0020	0,0010	0,0010	0,0154	0,0031	0,0123	0,0061	0,0032	0,0029	0,0003	0,0002	0,0001
Bom Retiro	0,1294	0,0663	0,0630	0,0186	0,0149	0,0037	0,0020	0,0010	0,0010	0,0209	0,0042	0,0167	0,0857	0,0446	0,0411	0,0021	0,0017	0,0004
Brunópolis	0,1061	0,0533	0,0528	0,0021	0,0016	0,0004	0,0019	0,0010	0,0010	0,0077	0,0015	0,0061	0,0931	0,0484	0,0447	0,0013	0,0008	0,0006
Campos Novos	0,2710	0,1559	0,1151	0,0831	0,0665	0,0166	0,0028	0,0014	0,0014	0,0473	0,0095	0,0378	0,1073	0,0558	0,0515	0,0305	0,0227	0,0077
Celso Ramos	0,0401	0,0200	0,0201	0,0016	0,0013	0,0003	0,0008	0,0004	0,0004	0,0042	0,0008	0,0033	0,0332	0,0173	0,0159	0,0003	0,0002	0,0001
Cerro Negro	0,0104	0,0046	0,0058	0,0031	0,0025	0,0006	0,0007	0,0004	0,0004	0,0047	0,0009	0,0038	0,0015	0,0008	0,0007	0,0004	0,0001	0,0004
Correia Pinto	0,0963	0,0495	0,0468	0,0209	0,0167	0,0042	0,0021	0,0011	0,0011	0,0232	0,0046	0,0185	0,0455	0,0237	0,0219	0,0046	0,0034	0,0012
Curitibanos	0,5731	0,3184	0,2547	0,0771	0,0617	0,0154	0,0025	0,0013	0,0013	0,0233	0,0047	0,0186	0,4417	0,2297	0,2120	0,0284	0,0210	0,0074
Lages	0,7213	0,5176	0,2037	0,4773	0,3819	0,0955	0,0008	0,0004	0,0004	0,0280	0,0056	0,0224	0,1372	0,0713	0,0658	0,0780	0,0584	0,0196
Otacílio Costa	0,0673	0,0446	0,0227	0,0440	0,0352	0,0088	0,0007	0,0004	0,0004	0,0134	0,0027	0,0107	0,0018	0,0009	0,0009	0,0075	0,0054	0,0020
Palmeira	0,0259	0,0114	0,0145	0,0027	0,0021	0,0005	0,0024	0,0012	0,0012	0,0091	0,0018	0,0073	0,0048	0,0025	0,0023	0,0070	0,0038	0,0032
Ponte Alta	0,0289	0,0141	0,0148	0,0072	0,0058	0,0014	0,0011	0,0006	0,0006	0,0109	0,0022	0,0087	0,0075	0,0039	0,0036	0,0022	0,0017	0,0005
Rio Rufino	0,0381	0,0189	0,0193	0,0043	0,0034	0,0009	0,0021	0,0010	0,0010	0,0073	0,0015	0,0058	0,0238	0,0124	0,0114	0,0007	0,0006	0,0001
São José do Cerrito	0,1172	0,0501	0,0671	0,0058	0,0046	0,0012	0,0056	0,0028	0,0028	0,0392	0,0078	0,0314	0,0659	0,0343	0,0316	0,0007	0,0006	0,0001
Urubici	0,2110	0,1086	0,1024	0,0184	0,0147	0,0037	0,0024	0,0012	0,0012	0,0204	0,0041	0,0163	0,1684	0,0875	0,0808	0,0014	0,0010	0,0004
Vargem	0,0121	0,0047	0,0075	0,0026	0,0021	0,0005	0,0014	0,0007	0,0007	0,0076	0,0015	0,0061	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0003	0,0001
<b>Total</b>	<b>2,5530</b>	<b>1,4893</b>	<b>1,0637</b>	<b>0,8005</b>	<b>0,6404</b>	<b>0,1601</b>	<b>0,0342</b>	<b>0,0171</b>	<b>0,0171</b>	<b>0,3068</b>	<b>0,0614</b>	<b>0,2454</b>	<b>1,2420</b>	<b>0,6459</b>	<b>0,5962</b>	<b>0,1695</b>	<b>0,1245</b>	<b>0,0449</b>

Nota: Qcap = vazão captada; Qret = vazão de retorno e Qcon = vazão consumida.

**Tabela 5.12 - Demandas hídricas para o ano de 2040.**

Município	2040																	
	Total			Abastecimento Urbano			Abastecimento Rural			Criação Animal			Irrigação			Industrial		
	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)	Qcap (m³/s)	Qret (m³/s)	Qcon (m³/s)
Abdon Batista	0,0461	0,0247	0,0214	0,0160	0,0128	0,0032	0,0012	0,0006	0,0006	0,0118	0,0024	0,0094	0,0167	0,0087	0,0080	0,0004	0,0003	0,0001
Anita Garibaldi	0,0403	0,0204	0,0199	0,0119	0,0096	0,0024	0,0010	0,0005	0,0005	0,0161	0,0032	0,0129	0,0061	0,0032	0,0029	0,0051	0,0039	0,0012
Bocaina do Sul	0,0493	0,0253	0,0240	0,0205	0,0164	0,0041	0,0018	0,0009	0,0009	0,0191	0,0038	0,0153	0,0075	0,0039	0,0036	0,0004	0,0003	0,0001
Bom Retiro	0,1550	0,0812	0,0738	0,0237	0,0190	0,0047	0,0018	0,0009	0,0009	0,0213	0,0043	0,0170	0,1053	0,0548	0,0506	0,0029	0,0023	0,0006
Brunópolis	0,1272	0,0645	0,0627	0,0020	0,0016	0,0004	0,0017	0,0009	0,0009	0,0071	0,0014	0,0057	0,1144	0,0595	0,0549	0,0020	0,0012	0,0009
Campos Novos	0,3300	0,1962	0,1338	0,1060	0,0848	0,0212	0,0021	0,0010	0,0010	0,0467	0,0093	0,0374	0,1319	0,0686	0,0633	0,0434	0,0325	0,0109
Celso Ramos	0,0481	0,0241	0,0240	0,0018	0,0014	0,0004	0,0007	0,0003	0,0003	0,0045	0,0009	0,0036	0,0408	0,0212	0,0196	0,0003	0,0002	0,0001
Cerro Negro	0,0126	0,0060	0,0066	0,0047	0,0038	0,0009	0,0005	0,0003	0,0003	0,0050	0,0010	0,0040	0,0018	0,0009	0,0009	0,0006	0,0001	0,0006
Correia Pinto	0,1099	0,0553	0,0547	0,0196	0,0157	0,0039	0,0018	0,0009	0,0009	0,0269	0,0054	0,0215	0,0559	0,0291	0,0269	0,0057	0,0042	0,0015
Curitibanos	0,6894	0,3831	0,3063	0,0852	0,0682	0,0170	0,0021	0,0011	0,0011	0,0212	0,0042	0,0170	0,5427	0,2822	0,2605	0,0381	0,0274	0,0107
Lages	0,8108	0,5794	0,2314	0,5087	0,4070	0,1017	0,0005	0,0003	0,0003	0,0279	0,0056	0,0223	0,1685	0,0876	0,0809	0,1051	0,0790	0,0262
Otacílio Costa	0,0822	0,0547	0,0275	0,0543	0,0434	0,0109	0,0005	0,0003	0,0003	0,0159	0,0032	0,0127	0,0022	0,0011	0,0010	0,0093	0,0067	0,0026
Palmeira	0,0316	0,0140	0,0176	0,0033	0,0027	0,0007	0,0029	0,0015	0,0015	0,0108	0,0022	0,0086	0,0058	0,0030	0,0028	0,0087	0,0046	0,0041
Ponte Alta	0,0318	0,0161	0,0157	0,0079	0,0063	0,0016	0,0009	0,0005	0,0005	0,0106	0,0021	0,0085	0,0092	0,0048	0,0044	0,0031	0,0024	0,0007
Rio Rufino	0,0468	0,0238	0,0230	0,0065	0,0052	0,0013	0,0021	0,0010	0,0010	0,0080	0,0016	0,0064	0,0292	0,0152	0,0140	0,0009	0,0007	0,0002
São José do Cerrito	0,1408	0,0602	0,0807	0,0068	0,0055	0,0014	0,0047	0,0023	0,0023	0,0473	0,0095	0,0379	0,0810	0,0421	0,0389	0,0010	0,0008	0,0002
Urubici	0,2554	0,1319	0,1234	0,0216	0,0173	0,0043	0,0022	0,0011	0,0011	0,0228	0,0046	0,0182	0,2068	0,1076	0,0993	0,0020	0,0014	0,0005
Vargem	0,0123	0,0054	0,0069	0,0039	0,0031	0,0008	0,0011	0,0006	0,0006	0,0068	0,0014	0,0054	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0003	0,0002
<b>Total</b>	<b>3,0195</b>	<b>1,7662</b>	<b>1,2533</b>	<b>0,9045</b>	<b>0,7236</b>	<b>0,1809</b>	<b>0,0296</b>	<b>0,0148</b>	<b>0,0148</b>	<b>0,3298</b>	<b>0,0660</b>	<b>0,2638</b>	<b>1,5259</b>	<b>0,7935</b>	<b>0,7325</b>	<b>0,2296</b>	<b>0,1683</b>	<b>0,0613</b>

Nota: Qcap = vazão captada; Qret = vazão de retorno e Qcon = vazão consumida.



## 5.2 Usos Não Consuntivos

No que se refere aos usos não consuntivos, a definição das condições para cenários futuros se faz mais complicada, uma vez que não é possível sua quantificação. Diante disso, as análises aqui apresentadas são baseadas em informações secundárias a partir de estudos já existentes, bem como em observações realizadas em campo que viabilizaram suposições acerca das situações futuras.

### 5.2.1 Geração de Energia e Regularização de Vazões

Dentre os empreendimentos de aproveitamento hidrelétricos, destaca-se, em meados de 2022, a previsão de início das atividades da UHE São Roque, a qual contará com capacidade de geração de 135 MW. Além disso, para o cenário preditivo de 2030, espera-se que a PCH Canoas já esteja em operação, sendo estes empreendimentos, somados aos outros quatro (4) já existentes no rio Canoas, quais sejam: UHE Campos Novos, UHE Garibaldi, PCH Ado Popinhak e PCH Pery. A descrição detalhada da presente partição de queda é apresentada no item 3.2.1 (*Geração de Energia e Regularização de Vazões*).

No que se refere à regularização de vazões, para a UHE São Roque, é previsto que sua operação contemple tal função, juntando-se à PCH Pery e UHE Campos Novos que já exercem esta atividade.

### 5.2.2 Lançamento de Efluentes

No que se refere ao lançamento de efluentes, conforme já abordado no item 3.2.2 (*Lançamento de Efluentes*), há na área de estudo lançamentos de efluentes predominantemente domésticos (brutos) nos corpos d'água da região. Neste contexto, para fins de projeções para a atividade em tela, buscou-se avaliar as previsões em relação aos sistemas de esgotamento sanitário dos municípios em alvo.

De acordo com os PMSB (SDE, 2011a, 2011b, 2011c, 2011d, 2011e, 2011f, 2011g, 2011h, 2011i, 2011j), para os municípios de Anita Garibaldi; Bocaina do Sul; Bom Retiro; Brunópolis; Cerro Negro; Palmeira; Ponte Alta; Rio Rufino; São José do Cerrito e Urubici, estima-se que até 2031 ocorra a adequação dos sistemas de esgotamento sanitário, englobando atendimento a 100% da população rural e urbana.

Ainda conforme os PMSB (NOTUS, 2015a, 2015b), especialmente para o município de Correia Pinto foi previsto o desenvolvimento de estudo de concepção e projeto de esgotamento sanitário abrangendo toda a área urbana, considerando sua posterior implantação. Para Otacílio Costa, por sua vez, a previsão é de implementação do sistema de esgotamento sanitário conforme projeto já realizado pela Casan.

É importante destacar, ainda, o Marco Legal do Saneamento, estabelecido pela Lei 14.026, de 15 de julho de 2020 (BRASIL, 2020), o qual prevê a aprimoração das condições estruturais do saneamento básico no Brasil.

Tendo em vista a previsão de melhorias nos sistemas de esgotamento sanitário, é plausível admitir que, caso as metas descritas anteriormente sejam alcançadas, haverá atenuação no lançamento de efluentes sem tratamento na região.

### 5.2.3 Recreação, Lazer e Pesca

No que diz respeito à recreação e lazer, as investigações de campo e informações coletadas em URUBICI (2021) e CAMPOS NOVOS (2021) revelam elevado potencial da região em

relação ao turismo ecológico. Especificamente para Urubici, as trilhas, parques e cachoeiras encontradas são exemplos de atrativos, além de hotéis, pousadas, *campings*, sítios e casas para aluguel de temporada próximo ao rio Canoas. Já em Campos Novos, tem-se como destaque o Parque Estadual Rio Canoas, área correspondente à Unidade de Conservação de Proteção Integral, a qual apresenta trilhas, espaço para piqueniques e centro de visitantes.

Em relação à pesca, a Agência de Desenvolvimento do Turismo de Santa Catarina (SANTUR, 2021) evidencia, tradicionalmente, a realização da pesca esportiva da truta no rio Canoas, entre junho e agosto, nos municípios de Bocaina do Sul, Lages e Urubici. Ademais, a partir das observações de campo foram identificados barcos utilizados, provavelmente, para pesca.

Neste contexto e considerando as projeções de crescimento populacional na região de estudo, espera-se a intensificação das atividades de recreação, lazer e pesca aqui narradas.

#### 5.2.4 Navegação

Em virtude da falta de informações a respeito do transporte fluvial no PERH-SC (SDE, 2017) e nos demais planos municipais (SDE, 2011a, 2011b, 2011c, 2011d, 2011e, 2011f, 2011g, 2011h, 2011i, 2011j e NOTUS, 2015a, 2015b), a presente cenarização é pautada apenas nas observações de campo, as quais apontam que o rio Canoas é utilizado para o transporte de pessoas, veículos particulares, insumos e produtos agrícolas. Desse modo, adotou-se, com base na projeção de crescimento populacional na área de estudo, a tendência de intensificação das atividades de navegação, especialmente no rio Canoas.

## 6 MODELAGEM DE PROPAGAÇÃO DE CHEIAS E QUALIDADE DA ÁGUA

Considerando os cenários já descritos para os anos de 2021, 2022, 2030 e 2040, aprofundou-se na temática relativa à propagação de cheias e qualidade da água para as quais foram desenvolvidos modelos matemáticos específicos, cuja descrição completa é apresentada no estudo **Modelagem Hidrodinâmica e de Qualidade da Água**, desenvolvido por Prime (2021), disponível no Anexo 2.

Os estudos de modelagem foram baseados no *software* HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center - River Analysis System*) - versão 5.0.7, concebido pelo *U.S. Army Corps of Engineers* (2019).

Trata-se de um modelo aplicado à simulação de perfis de linha de água em rios e reservatórios, permitindo realizar modelagens unidimensionais em regimes de escoamento permanente e não permanente, transporte de sedimentos e fundo móvel e qualidade da água.

### 6.1 Modelo de Propagação de Cheias

A modelagem hidrodinâmica foi feita para verificar a propagação das ondas de cheias de projeto associadas à vazão média de longo termo ( $Q_{MLT}$ ) e recorrências de 100 e 1.000 anos ( $Q_{100}$ ,  $Q_{1.000}$ ), ao longo de todo o percurso do rio Canoas.

Na formulação do modelo matemático, o sistema simulado foi representado pelo percurso do alveo natural do rio Canoas, desde próximo a sua cabeceira até sua foz no rio Uruguai, bem como pelas estruturas hidráulicas de seis (6) barramentos interpostos em seu curso, correspondentes às UHEs Campos Novos, Garibaldi e São Roque e às PCHs Ado Popinhak, Pery e Canoas (PRIME, 2021)

## 6.2 Modelo de Qualidade da Água

O módulo de qualidade da água simula os processos de transformação e o transporte dos parâmetros físicos e bioquímicos, considerando a temperatura; constituintes conservativos e não conservativos; série do nitrogênio dissolvido ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$  e  $\text{Org-N}$ ); fósforo dissolvido ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ,  $\text{Org-P}$ ); algas; CBOD e oxigênio dissolvido.

Para tanto, o modelo requer, como dados de entrada, parâmetros de natureza climática, temperatura da água, nutrientes fosfatados e nitrogenados e constituintes arbitrários.

No processo de simulação, considerou-se o escoamento permanente e buscou-se representatividade das condições hidrológicas média e de seca, para o qual valeram-se da  $Q_{\text{MLT}}$  e 50% da  $Q_{98}$ , caracterizadas por afluições aportadas na porção alta do rio Canoas, próximo a sua cabeceira, e afluições laterais distribuídas ao longo de todo o seu percurso até sua foz no Rio Uruguai (PRIME, 2021).

## 6.3 Conclusão

Em relação ao modelo hidrodinâmico, a presença da PCH Canoas, considerada para os cenários de 2030 e 2040, produzirá interferências mínimas nos valores de vazões e de níveis d'água a jusante do eixo de barramento.

Este fato decorre do pequeno volume de acumulação do reservatório do aproveitamento que apresenta, no  $N_{\text{máximo normal de operação}}$  de 780,0 m, volume de apenas 12,29  $\text{hm}^3$ , o que, para a  $Q_{\text{MLT}}$  de 147,12  $\text{m}^3/\text{s}$ , denota o tempo de residência de, aproximadamente, um (1) dia. Portanto, mesmo com a implantação do reservatório, o trecho em questão manterá regime de escoamento semelhante ao de ambiente lótico.

Especificamente para o aspecto da qualidade da água, os resultados da amostragem e das simulações assinalaram padrões satisfatórios em praticamente todo o curso d'água, conforme preconizado pela Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005) para enquadramento de rios em classe 2, na qual se enquadra o rio Canoas.

Assim sendo, com base nos resultados, a inclusão da PCH Canoas não deverá causar modificações sensíveis quanto ao regime sazonal de vazões ou alterações na qualidade da água.

## 7 **DISPONIBILIDADE HÍDRICA**

As disponibilidades hídricas representam as parcelas dos recursos de água que podem ser aplicadas nas diversas utilizações das atividades de consumo, geralmente associadas aos indicadores de valores mínimos, sendo necessários alguns esclarecimentos a respeito dos conceitos a elas relacionados.

Define-se potencialidade hídrica ou disponibilidade hídrica potencial como sendo a vazão natural média de um rio, medida em sua foz ou embocadura, ou em um ponto qualquer de seu curso controlado por postos ou estações hidrométricas. Seu conhecimento permite avaliar o limite do uso da água de um manancial não regularizado.

A vazão natural média não pode ser considerada como único parâmetro para representar a disponibilidade hídrica, uma vez que a descarga dos rios depende da sazonalidade e da variabilidade climática. Portanto, os períodos críticos, em termos de disponibilidade hídrica, devem ser avaliados, a fim de garantir segurança às atividades de planejamento e gestão (ANA, 2007).

A disponibilidade hídrica extrema, por sua vez, caracteriza o período crítico, sendo representada pelas vazões de estiagem ou vazões mínimas, podendo ser analisada a partir da frequência de ocorrência de vazões em uma seção do rio da bacia hidrográfica. Em especial, o estudo de vazões mínimas é fundamental em uma análise de disponibilidade hídrica, já que, no período de sua ocorrência, a disponibilidade é considerada crítica para atender todas as demandas, principalmente em cursos d'água onde não há reservatórios de regularização ou acumulação. Assim, considerando a variabilidade dos estoques de água na natureza, ora com ocorrências em excesso, ora em regimes de escassez, o confronto com as demandas deve ser feito para as condições de eventos extremos mínimos, como forma de assegurar o atendimento pleno no restante do tempo.

De forma geral, a disponibilidade hídrica superficial do presente estudo foi associada às vazões características definidas a partir das curvas de permanência descritas a seguir.

Para a definição das vazões características, inicialmente, avaliou-se o estudo fluviométrico do Projeto Básico da PCH Canoas, elaborado por Estelar (2018), o qual apresenta as séries de vazões mensais consistidas para cinco (5) estações localizadas no rio Canoas, listadas na Tabela 7.1.

**Tabela 7.1 - Estações fluviométricas analisadas no Projeto Básico da PCH Canoas.**

Código	Nome	Município	Latitude	Longitude	Disponibilidade de dados consistidos	A.D. (km <sup>2</sup> )	Operador
71200000	Vila Canoas	Bocaina do Sul	-27,8028	-49,7786	06/1957 - 02/2018	1.010	CPRM
71300000	Rio Bonito	Bocaina do Sul	-27,7022	-49,8400	03/1942 - 01/2018	2.000	CPRM
71350000	Encruzilhada	Otacílio Costa	-27,5003	-50,1331	10/1951 - 12/1985	3.230	ANA
71350001	Encruzilhada II	Otacílio Costa	-27,5078	-50,1128	07/1984 - 02/2018	3.230	CPRM
71383000	Ponte Alta do Sul	Ponte Alta	-27,4858	50,3917	03/1942 - 02/2018	4.610	CPRM
71550000	Passo Caru	São José do Cerrito	-27,5381	-50,8600	01/1951 - 01/2013	10.000	ANA

Fonte: elaborado a partir de Estelar (2018).

Nota: A.D. = área de drenagem.

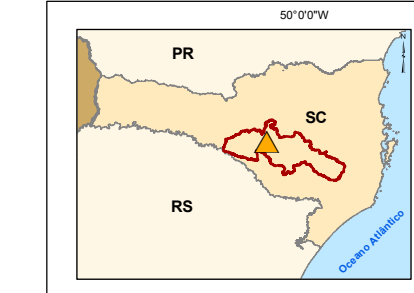
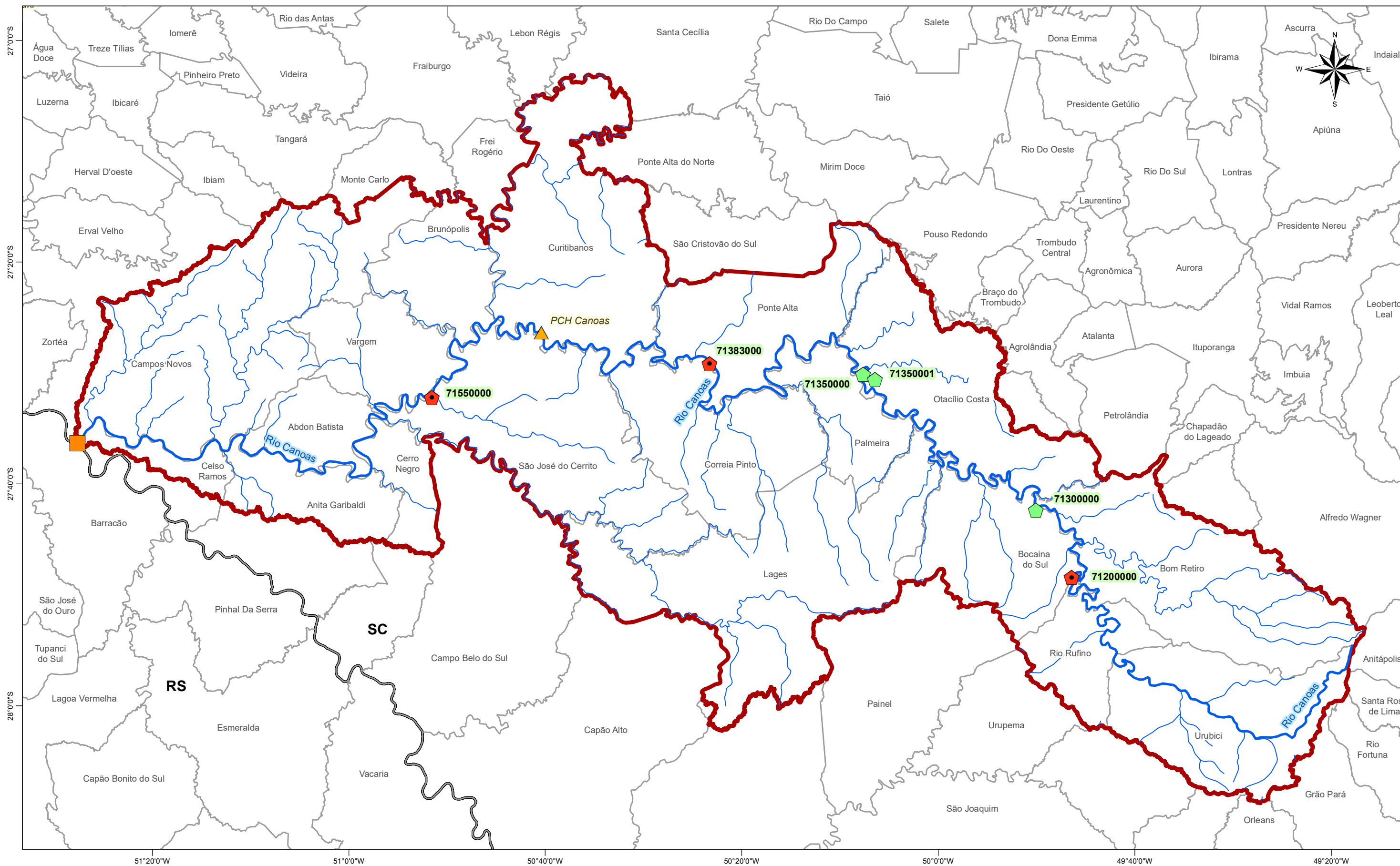
Para a seleção das estações fluviométricas de base, ou seja, aquelas para as quais foram estimadas as vazões de referências, seguiram-se os seguintes critérios:

- localização ao longo do rio Canoas de maneira a representar o comportamento dos trechos Alto, Médio e Baixo;
- influência dos aproveitamentos hidrelétricos já existentes no curso d'água; e,
- disponibilidade de dados, priorizando séries longas, com períodos em comum e dados recentes.

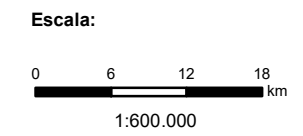
Diante do exposto, foi definido o período de janeiro de 1958 a fevereiro de 2018, sendo selecionadas as estações Vila Canoas (71200000), Ponte Alta do Sul (71383000) e Passo Caru (71550000). Para esta última, foi necessário fazer a extensão da série até o ano de 2018, valendo-se, para tanto, da correlação entre áreas de drenagem e da estação de apoio Ponte Alta do Sul (71383000).

Na sequência o Mapa 2 apresenta a localização das estações avaliadas e selecionadas enquanto a Tabela 7.2 até Tabela 7.4 demonstram as séries fluviométricas mensais utilizadas.





- Legenda**
- PCH Canoas
  - Exutório
  - Estações selecionadas
  - Estações analisadas
  - Hidrografia principal
  - Limite da área de estudo
  - Limite municipal
  - Limite estadual



**Fonte:** ANA, 2006 (hidrografia) e IBGE, 2019 (limites territoriais).  
**Coordenada:** Sistema de Coordenadas Geográficas.  
 Projeção Datum SIRGAS 2000 - 22S.

<b>Projeto:</b> AVALIAÇÃO INTEGRADA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CANOAS			
<b>Título:</b> ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS AVALIADAS E SELECIONADAS			
<b>Verificação:</b> Joana Cruz		<b>Geoprocessamento:</b> Azurit Engenharia	
<b>Data:</b> Setembro/2021	<b>Mapa:</b> 2	<b>Fl.:</b> -	

**Tabela 7.2 - Vazões médias mensais da Estação Vila Canoas (7120000) em m³/s.**

Vila Canoas (7120000)												
Ano/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1958	18,14	15,84	53,86	18,12	11,55	38,81	11,97	36,46	52,25	41,40	81,08	33,53
1959	18,48	25,96	13,39	25,87	22,62	10,23	9,76	16,77	57,58	30,36	7,55	9,49
1960	15,61	36,31	37,24	25,75	12,62	15,82	7,95	52,92	36,01	31,48	35,00	14,77
1961	16,04	39,77	66,89	22,01	13,37	15,09	18,61	7,38	63,01	90,02	94,57	29,50
1962	16,78	11,99	15,29	7,73	14,49	13,80	35,57	13,39	40,21	15,66	17,91	13,67
1963	31,83	91,26	67,43	18,77	9,47	5,33	8,09	33,09	42,90	96,53	55,51	21,52
1964	9,67	20,67	17,33	18,01	14,51	10,50	12,68	14,90	28,70	35,01	12,54	12,09
1965	14,00	9,83	10,73	10,89	27,14	8,50	29,36	94,91	78,73	18,96	22,17	42,56
1966	32,21	138,66	27,07	32,45	12,14	17,29	11,72	12,17	46,84	27,23	16,13	28,67
1967	17,21	40,09	19,17	10,96	8,45	15,19	14,80	29,43	86,25	34,28	25,05	19,78
1968	5,23	4,37	3,50	3,47	1,24	2,26	7,29	1,32	28,66	15,63	31,56	43,12
1969	28,85	28,86	28,40	31,82	7,81	22,37	19,30	10,63	13,70	10,20	27,10	8,07
1970	25,99	17,54	17,54	10,23	19,47	25,62	33,41	23,97	21,87	21,86	8,72	17,17
1971	42,35	40,99	74,03	39,04	34,33	26,55	34,12	34,50	20,50	20,25	5,69	4,79
1972	7,58	52,37	19,73	15,91	8,63	22,54	30,52	58,02	65,04	35,44	28,63	46,74
1973	41,03	32,86	20,16	14,55	35,87	37,55	36,49	57,19	45,35	18,38	25,72	14,33
1974	25,47	37,21	81,20	15,16	10,40	22,91	17,60	8,91	13,48	12,00	23,98	11,73
1975	15,33	17,23	17,43	10,98	11,58	15,81	11,10	33,64	68,50	55,73	22,90	53,29
1976	47,11	12,50	28,56	9,68	48,13	31,97	19,82	54,16	22,32	12,54	17,95	75,23
1977	53,21	55,96	22,69	20,58	9,29	8,16	19,02	75,43	22,82	35,62	34,25	22,18
1978	29,13	24,31	18,80	6,59	6,71	4,46	8,46	7,12	24,14	11,56	15,26	25,98
1979	12,00	10,31	16,76	19,81	25,35	13,39	17,46	17,75	13,93	63,35	44,17	26,66
1980	19,53	29,03	56,24	20,07	19,95	13,40	30,77	91,17	39,38	40,61	24,44	113,07
1981	47,39	39,10	19,46	22,09	14,26	16,23	20,84	12,34	20,53	24,24	14,00	16,70
1982	15,54	26,45	25,04	12,05	10,11	28,50	29,72	17,03	12,04	43,00	80,68	29,79
1983	41,29	45,64	41,96	35,20	90,09	85,85	183,46	127,07	42,28	20,89	32,98	34,02
1984	38,41	34,40	30,06	25,19	17,75	42,88	57,69	120,26	32,94	24,71	31,44	40,98
1985	18,34	45,84	36,06	24,95	13,52	13,11	14,60	9,98	14,72	24,13	27,52	6,74
1986	13,95	17,91	9,02	12,78	10,81	17,20	13,78	12,61	21,41	40,70	45,84	25,10
1987	50,71	44,78	11,60	32,03	93,90	30,37	26,69	38,86	27,28	62,19	18,60	16,98
1988	16,04	20,60	19,08	17,17	48,87	25,16	13,78	6,99	39,74	19,25	9,03	9,01
1989	34,36	35,33	17,95	21,43	40,48	13,92	18,97	25,83	115,67	30,41	19,72	22,65
1990	72,02	65,09	35,38	45,39	33,61	116,04	44,00	33,59	68,11	96,02	57,70	29,54
1991	17,53	23,64	12,19	8,09	7,83	25,78	24,25	37,03	10,68	40,61	52,36	41,58
1992	31,32	42,64	27,60	21,81	49,29	91,39	83,62	57,42	42,90	24,61	23,97	22,07
1993	31,79	60,87	43,44	29,84	29,16	28,09	88,84	23,18	50,42	105,71	33,50	62,07
1994	21,33	79,43	85,69	35,56	89,39	87,83	73,66	29,15	15,56	36,22	40,54	22,10
1995	112,02	41,30	24,03	14,08	6,85	17,73	32,77	25,39	26,17	38,66	18,84	23,20
1996	65,69	40,99	35,74	21,43	9,86	24,32	43,96	34,09	60,08	38,81	17,86	24,57
1997	68,57	118,27	30,79	10,11	8,57	16,11	41,17	38,81	29,47	95,62	106,09	29,60
1998	34,52	107,28	55,23	51,71	70,74	24,88	32,87	81,93	88,93	45,43	20,69	21,45
1999	23,82	28,39	21,47	37,27	14,04	26,80	53,42	16,45	12,14	40,79	33,05	22,56
2000	33,05	40,87	35,33	24,51	19,21	17,97	34,62	14,85	108,04	80,67	19,85	30,77
2001	58,11	90,38	53,17	38,33	50,13	32,45	43,87	20,78	39,80	94,88	23,20	39,53
2002	51,32	21,58	20,80	25,90	19,06	39,38	27,96	50,32	34,09	48,83	66,64	46,92
2003	23,31	34,67	26,77	14,08	18,31	23,81	13,98	7,02	12,06	29,70	24,78	77,50
2004	35,39	26,46	17,84	32,04	29,13	18,52	29,66	11,20	44,56	30,33	26,38	36,76
2005	34,55	19,06	20,90	25,46	76,29	40,54	42,77	32,85	155,57	105,94	37,94	16,27
2006	34,57	21,79	9,86	5,80	6,13	7,76	13,95	31,23	13,68	15,85	38,98	27,03
2007	20,11	27,30	53,61	18,34	51,15	13,49	34,92	27,28	26,47	31,45	27,03	13,14
2008	27,77	31,64	34,45	24,09	40,44	21,35	13,49	18,64	33,91	60,65	73,29	21,98
2009	28,55	19,48	29,44	14,55	11,00	10,73	38,33	48,11	82,71	62,93	32,80	21,68
2010	74,57	85,95	27,47	37,69	81,12	27,30	36,20	29,62	18,76	23,85	24,95	38,40
2011	75,12	99,01	31,30	20,14	21,76	19,40	56,07	87,12	105,91	23,16	18,83	22,45
2012	59,73	54,74	16,62	10,90	8,92	41,46	24,71	20,02	16,14	29,78	11,21	12,06
2013	16,88	25,91	51,44	18,96	8,58	28,34	24,44	92,47	90,07	32,05	15,90	20,77
2014	44,57	20,77	24,86	33,75	38,59	70,16	59,78	18,19	25,77	55,43	26,12	26,30
2015	69,51	49,43	26,82	22,62	29,02	43,06	114,74	21,12	105,49	208,02	56,38	26,34
2016	27,56	69,89	57,93	45,91	31,00	14,76	25,71	19,70	19,98	59,69	16,32	42,68
2017	65,18	32,45	19,31	22,48	49,72	168,94	10,94	15,95	6,36	14,41	13,11	28,29
2018	83,62	17,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Estelar (2018).



**Tabela 7.3 - Vazões médias mensais da Estação Ponte Alta do Sul (71383000) em m<sup>3</sup>/s.**

Ponte Alta do Sul (71383000)												
Ano/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1958	68,93	52,80	188,27	64,24	34,76	122,44	46,59	138,61	219,68	188,69	214,12	120,27
1959	54,67	103,24	54,23	71,10	104,80	44,40	47,86	56,09	176,27	110,71	30,15	34,82
1960	37,47	77,01	87,00	60,56	39,27	51,23	31,18	163,81	128,35	122,57	164,49	68,79
1961	72,07	86,73	237,70	101,21	51,94	38,91	67,05	27,68	257,31	346,64	380,24	141,11
1962	65,59	61,39	68,07	32,69	103,29	76,93	118,61	59,10	166,90	88,07	75,36	49,54
1963	98,97	306,33	218,07	110,38	41,00	21,33	27,68	81,10	128,80	433,43	216,92	70,29
1964	33,79	54,05	53,53	60,05	76,71	38,91	51,51	84,40	124,84	156,21	73,22	35,18
1965	32,88	24,95	33,54	39,40	140,06	47,35	126,58	297,57	423,29	164,91	84,68	166,34
1966	183,60	347,28	219,46	105,51	62,32	103,58	81,25	86,34	211,34	109,82	84,77	113,93
1967	84,42	117,60	102,12	51,04	42,13	74,10	65,32	113,20	289,78	172,02	93,54	97,77
1968	30,21	23,89	19,67	21,20	15,59	16,61	34,51	15,44	82,99	46,60	146,10	102,70
1969	157,03	199,22	100,72	154,36	39,57	100,75	99,01	43,12	80,36	45,86	141,27	43,10
1970	89,57	68,38	66,92	52,62	91,72	152,10	161,06	96,42	119,03	106,86	43,04	65,10
1971	218,64	184,69	264,94	221,64	165,44	190,71	171,33	146,44	116,95	122,71	29,75	23,25
1972	34,50	150,74	79,89	59,75	23,19	89,23	120,03	243,17	332,10	156,22	104,95	105,94
1973	93,66	127,56	62,23	35,91	110,74	156,04	183,98	223,56	252,83	72,32	70,44	46,68
1974	88,31	94,48	137,58	75,77	32,04	89,40	73,03	41,98	94,90	42,02	68,44	50,46
1975	69,16	61,12	78,45	41,46	37,92	66,50	44,53	153,80	288,71	255,80	71,03	225,01
1976	138,74	50,40	129,73	41,62	109,33	175,44	82,50	225,36	96,93	58,03	69,60	271,12
1977	157,53	227,62	93,10	84,54	31,03	31,56	56,56	258,76	138,91	186,91	172,31	93,72
1978	75,50	74,28	60,83	21,00	15,78	16,55	34,33	30,32	93,07	51,61	89,32	49,56
1979	40,95	19,53	34,01	43,45	105,74	51,69	65,74	61,19	48,81	269,83	198,39	126,96
1980	67,36	54,03	207,67	75,90	76,59	38,26	109,10	326,26	250,20	136,58	128,12	266,72
1981	218,57	135,90	47,05	48,58	31,36	39,38	55,30	37,89	79,31	74,33	63,63	53,34
1982	42,58	104,31	77,24	36,54	26,20	74,92	154,89	85,41	47,06	191,62	347,62	121,03
1983	151,13	149,13	204,58	131,54	343,56	326,19	964,83	435,35	169,64	119,79	120,56	157,86
1984	107,11	99,85	101,75	76,19	77,73	246,37	276,86	661,61	120,31	178,51	117,00	147,63
1985	70,29	164,66	104,72	81,05	52,74	35,02	45,86	30,91	52,78	72,18	82,72	21,01
1986	33,07	43,17	23,67	34,21	21,24	60,62	33,93	42,01	85,87	127,82	188,31	115,08
1987	194,64	158,62	46,60	93,12	327,59	155,83	124,19	145,53	94,74	268,67	71,80	50,16
1988	53,80	68,02	62,11	76,37	210,28	131,92	60,36	24,65	113,97	81,67	37,72	32,13
1989	116,64	176,91	70,33	82,29	194,39	34,63	40,79	66,39	332,01	119,06	36,84	33,30
1990	247,04	155,96	117,54	164,35	102,20	404,68	172,09	133,65	246,09	347,90	304,82	94,14
1991	63,43	65,61	31,55	21,46	20,36	90,33	62,66	106,33	31,60	146,02	135,85	122,19
1992	83,82	148,00	91,67	51,71	127,69	326,08	319,11	296,46	162,80	82,63	83,14	46,57
1993	70,30	168,35	164,52	86,43	86,00	90,71	334,89	60,41	117,50	246,92	71,38	127,18
1994	43,95	207,14	179,32	94,32	172,03	198,11	269,91	64,95	33,66	144,12	146,51	57,48
1995	266,43	158,49	84,81	40,43	19,90	57,07	98,48	68,00	90,67	177,53	81,13	55,90
1996	188,27	176,89	115,87	97,79	29,72	62,98	178,53	151,28	198,14	179,19	66,18	65,82
1997	135,47	348,24	125,71	30,19	23,37	56,14	168,26	163,97	106,69	375,15	376,74	119,47
1998	108,07	316,80	205,72	231,78	299,95	89,33	146,25	273,16	451,80	204,43	80,24	83,88
1999	71,43	91,91	68,25	125,03	46,62	104,53	232,74	65,69	59,66	166,09	80,67	54,45
2000	73,86	94,20	80,65	76,64	56,77	51,77	138,08	58,85	307,31	341,26	94,28	107,56
2001	219,69	283,01	171,75	153,28	196,54	119,29	160,13	91,73	139,68	391,89	66,55	147,72
2002	125,50	85,88	65,48	95,31	69,67	137,80	105,44	218,39	163,04	229,88	238,66	228,23
2003	67,37	90,41	121,03	44,47	49,60	83,87	47,77	25,93	36,72	78,30	69,56	215,30
2004	74,21	59,12	36,03	75,02	87,96	53,36	191,92	48,34	168,41	251,56	116,06	89,31
2005	99,99	46,66	46,44	70,60	222,13	188,28	117,43	91,24	510,99	359,28	186,13	48,32
2006	65,94	52,79	32,63	23,73	19,62	24,04	53,59	148,61	53,85	50,02	120,95	99,24
2007	56,04	74,43	147,75	72,17	150,54	53,85	157,17	141,72	108,16	148,41	149,71	59,31
2008	111,03	116,21	97,51	72,49	145,57	70,08	71,84	68,10	125,29	288,57	342,80	99,55
2009	91,78	68,94	89,04	32,89	24,68	32,57	177,39	231,03	252,81	342,22	122,15	76,65
2010	198,89	234,91	107,03	177,51	364,03	120,57	122,28	125,03	65,67	82,11	76,71	173,09
2011	183,05	330,05	125,63	96,67	106,18	71,35	232,91	370,11	584,20	112,51	61,20	44,25
2012	105,97	105,84	46,24	23,14	29,73	101,28	71,95	90,66	41,05	102,74	40,68	32,75
2013	61,99	56,73	144,64	58,74	26,44	97,28	102,92	260,02	259,69	193,86	55,05	71,98
2014	126,85	50,91	90,38	83,22	144,23	307,06	259,23	68,97	94,91	248,85	124,94	107,05
2015	227,80	173,59	80,13	72,97	57,92	163,20	286,60	111,52	218,97	554,12	252,48	108,59
2016	115,71	168,43	168,73	128,56	157,89	72,39	92,24	91,83	86,02	150,46	80,46	92,01
2017	230,08	114,78	46,61	48,32	115,70	544,63	40,27	64,70	26,63	51,63	128,98	152,76
2018	242,51	79,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Estelar (2018).

**Tabela 7.4 - Vazões médias mensais da Estação Passo Caru (7155000) em m<sup>3</sup>/s.**

Passo Caru (7155000)												
Ano/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1958	123,17	138,51	438,95	116,96	87,37	264,62	107,41	238,32	448,19	368,07	325,29	232,38
1959	133,31	209,77	144,65	148,14	207,63	122,25	88,13	102,40	294,78	172,07	73,03	61,07
1960	73,72	157,56	143,57	128,51	94,23	133,25	90,70	326,50	212,31	250,69	306,65	147,07
1961	154,25	149,02	426,39	225,95	134,50	95,64	124,39	44,73	670,72	811,60	742,34	278,76
1962	119,79	129,23	131,58	60,71	234,27	154,46	186,85	103,23	328,98	207,46	132,73	74,53
1963	188,35	543,13	414,05	205,75	79,00	39,00	48,73	120,24	228,70	791,41	463,40	184,88
1964	74,08	133,86	100,07	128,31	164,32	93,37	105,08	193,35	263,94	280,69	136,18	93,07
1965	62,89	50,06	45,82	80,92	266,50	102,36	255,35	532,74	754,18	371,94	158,73	274,16
1966	334,01	700,26	528,08	195,29	108,91	279,92	222,84	209,65	488,59	331,57	261,00	289,37
1967	168,51	242,83	272,16	104,74	77,82	116,52	97,53	284,76	469,31	331,32	197,16	201,20
1968	57,79	38,14	39,14	40,00	27,84	27,76	63,14	21,43	129,70	83,31	269,34	169,43
1969	324,79	463,84	328,24	389,53	134,26	281,96	247,02	120,76	190,83	106,20	244,61	76,49
1970	136,02	98,71	93,79	76,24	137,22	309,17	313,14	154,79	245,69	207,10	74,33	163,39
1971	517,42	365,05	432,30	526,80	406,30	463,92	366,06	332,06	221,37	218,52	53,06	38,01
1972	74,38	364,20	194,04	125,28	54,32	256,85	238,23	690,95	741,59	412,36	244,57	207,84
1973	202,14	330,80	180,17	90,26	234,46	381,86	398,60	620,86	590,33	204,77	177,67	105,87
1974	161,90	210,15	253,47	130,57	59,43	195,65	144,47	83,50	233,80	80,07	151,47	75,55
1975	119,02	124,03	143,14	73,34	64,26	136,10	80,73	315,44	691,72	601,89	153,26	443,99
1976	300,05	108,71	239,10	83,99	238,31	362,25	189,37	446,61	220,67	171,00	176,94	462,25
1977	283,23	479,93	216,31	170,73	52,14	60,52	108,13	552,98	251,04	427,05	430,03	166,72
1978	143,75	123,52	115,12	50,71	40,71	45,92	82,01	62,76	188,28	108,66	158,68	105,48
1979	85,07	46,56	66,52	94,84	360,61	168,61	212,59	167,54	124,81	830,11	552,80	346,38
1980	145,32	104,71	376,33	136,54	147,74	100,31	266,79	674,75	605,21	294,63	296,26	537,70
1981	407,49	340,31	95,14	87,04	63,99	78,81	91,12	77,28	179,85	158,04	133,57	111,96
1982	72,83	236,36	166,16	83,77	71,28	234,09	448,16	270,56	134,52	373,10	1029,00	324,17
1983	289,22	397,39	550,72	288,47	830,72	762,89	2575,70	1242,90	444,69	258,38	255,01	312,19
1984	207,79	176,66	197,64	152,96	184,90	562,72	491,07	1295,40	341,02	493,43	295,39	286,36
1985	96,11	329,59	177,77	192,44	130,16	69,28	102,17	93,34	176,49	108,67	180,17	38,83
1986	71,99	104,85	59,10	98,30	155,74	148,29	72,12	87,63	188,23	288,17	417,92	283,64
1987	365,44	300,81	102,41	153,30	685,98	304,40	247,64	247,88	207,53	580,05	151,39	107,40
1988	96,57	126,53	119,97	161,07	579,78	319,37	137,96	64,15	205,29	185,64	84,65	79,34
1989	255,66	400,63	166,97	177,15	440,39	86,09	116,56	135,31	752,99	288,67	103,81	65,66
1990	523,98	301,48	206,67	319,92	272,04	1126,20	410,05	322,94	524,29	817,13	682,32	218,97
1991	107,50	102,06	51,70	41,27	41,75	232,60	175,28	274,37	91,57	287,79	227,52	195,06
1992	151,72	258,30	286,01	174,11	594,40	735,20	852,77	658,22	363,20	203,44	227,13	155,29
1993	186,13	394,45	356,51	140,55	201,82	261,45	588,39	133,31	413,50	620,54	164,76	281,58
1994	97,31	468,02	354,12	229,69	291,56	421,10	603,57	151,50	79,11	328,87	384,55	125,69
1995	638,22	364,96	176,28	81,06	39,89	125,42	178,93	114,06	209,00	424,85	158,91	118,87
1996	370,80	440,15	225,57	235,19	67,05	160,96	369,48	334,70	430,20	415,50	159,51	184,08
1997	259,34	748,96	286,70	69,10	59,24	172,88	394,94	425,70	179,59	948,49	904,23	252,12
1998	317,82	617,27	502,08	688,20	566,78	163,96	294,49	641,34	737,69	418,41	132,36	137,27
1999	129,74	197,65	111,68	231,77	85,35	192,39	573,78	110,82	100,51	346,02	124,88	79,84
2000	127,05	180,43	176,20	133,82	119,39	113,02	297,03	147,18	792,38	764,18	196,34	225,87
2001	423,06	615,58	298,21	279,78	345,79	247,59	304,88	162,35	243,90	810,84	151,80	249,54
2002	187,28	182,64	132,24	214,99	176,54	293,60	218,44	518,38	430,16	594,79	587,07	495,67
2003	148,84	187,03	268,25	102,13	102,32	187,93	117,96	55,41	61,87	167,96	149,21	461,83
2004	201,33	117,38	62,98	134,95	205,05	129,07	428,87	122,68	337,43	599,06	343,69	210,34
2005	221,32	98,94	87,92	178,94	563,67	475,63	268,10	226,84	1173,30	840,57	436,71	119,10
2006	129,86	105,01	85,44	59,75	32,47	27,75	38,41	129,23	110,02	110,79	257,52	298,16
2007	164,61	201,18	358,04	162,59	479,00	174,47	437,84	304,00	232,01	531,20	543,82	191,04
2008	250,25	241,80	195,37	190,73	271,72	220,86	195,42	164,36	337,91	745,53	735,48	170,93
2009	174,09	121,31	128,79	48,33	39,32	60,63	379,83	490,45	652,04	815,21	248,60	183,13
2010	362,48	383,41	213,16	564,95	778,25	253,30	232,64	251,79	114,95	162,45	154,46	434,90
2011	366,86	729,85	350,20	297,45	204,11	155,47	567,62	836,75	1235,70	258,65	140,45	89,44
2012	174,67	169,03	84,51	49,79	81,28	191,14	170,94	201,66	77,75	220,38	97,16	91,18
2013	205,50	121,69	310,26	126,00	56,71	208,67	220,77	557,75	557,05	415,84	118,08	154,40
2014	272,10	109,20	193,87	178,51	309,38	658,66	556,06	147,94	203,59	533,79	268,00	229,63
2015	488,64	372,36	171,88	156,52	124,24	350,07	614,77	239,21	469,70	1188,61	541,58	232,93
2016	248,20	361,29	361,93	275,77	338,68	155,28	197,86	196,98	184,52	322,74	172,59	197,37
2017	493,53	246,21	99,98	103,65	248,18	1168,25	86,38	138,78	57,12	110,75	276,67	327,68
2018	520,19	169,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

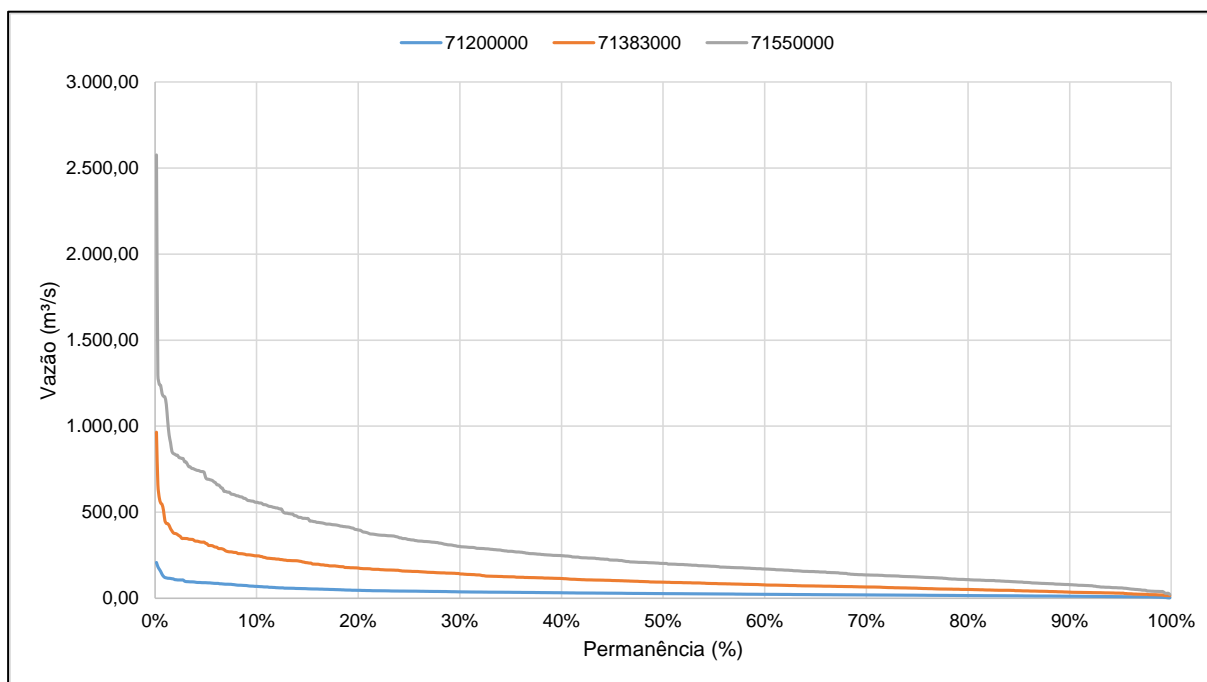
Dados estimados por correlação entre áreas de drenagem.

Fonte: Adaptado de Estelar (2018).

A partir dos dados de vazão média mensal, foram definidas as curvas de permanência mensais para as estações selecionadas, demonstradas na Figura 7.1, as quais foram obtidas considerando a posição de plotagem de Weibull. A título de esclarecimento, menciona-se que as curvas de permanência de vazões relacionam as vazões com a percentagem do tempo em que estas são igualadas ou superadas. São obtidas a partir do ordenamento das séries históricas de vazões, indicando a distribuição da frequência amostral das vazões registradas em uma dada seção fluvial e servindo para indicar o percentual de tempo em que o regime do curso de água sustenta vazões maiores ou iguais a um valor de referência. Permitem, assim, visualizar de imediato a potencialidade natural do rio, destacando a vazão mínima e o grau de

permanência de qualquer valor da vazão. Devido ao seu caráter probabilístico, quanto maior a série de dados, mais representativa é a curva de permanência.

Por meio das curvas de permanência apresentadas demonstradas na Figura 7.1, foram obtidas as vazões de referência  $Q_{95}$  e  $Q_{98}$ , que representam, respectivamente, as descargas com 95% e 98% de permanência nos diferentes pontos do rio Canoas.



**Figura 7.1 - Curvas de permanência mensal das estações selecionadas.**

Além dos pontos correspondentes às estações previamente selecionadas, é imprescindível a avaliação da disponibilidade hídrica no exutório da bacia do rio Canoas. Neste contexto, em virtude da indisponibilidade de dados de monitoramento em locais próximos à foz do rio e da influência dos empreendimentos hidrelétricos em operação, foram utilizadas as vazões de referência ( $Q_{95}$  e  $Q_{98}$ ) estimadas pelo PERH-SC (SDE, 2017) para o referido ponto.

Por fim, resumidamente, a Tabela 7.5 demonstra a disponibilidade hídrica na calha principal do rio Canoas.

**Tabela 7.5 - Disponibilidade hídrica na calha principal do rio Canoas.**

Vazão (m³/s)	Pontos de referência			
	71200000	71383000	71550000	Exutório*
$Q_{95}$	8,46	29,75	59,24	88,19
$Q_{98}$	6,36	21,24	40,00	62,46

Nota: \* Fonte: SDE (2017).

## 8 BALANÇO HÍDRICO SUPERFICIAL

Com a finalidade de avaliar, em termos macro, o nível de comprometimento das disponibilidades hídricas em face das demandas e consumos atuais e futuros, apresenta-se neste item a comparação entre esses três (3) aspectos trabalhados ao longo do estudo em

tela. Tal análise consistiu, para o cenário atual e os cenários futuros, em confrontar os valores de oferta hídrica com os de demandas e consumos, buscando identificar *déficits* ou *superávits* hídricos para a área de estudo. Neste contexto, é importante ressaltar a distinção entre demanda hídrica e consumo hídrico. Entende-se por demanda hídrica a quantidade de água necessária ou que é solicitada para a execução de uma determinada atividade; representa, assim, a quantidade de água que é extraída do manancial.

O conceito de consumo hídrico, por sua vez, é entendido como a parcela da demanda que é efetivamente utilizada (ou gasta) no desenvolvimento dessa atividade, seja por sua inclusão como matéria-prima no processo, seja por perdas como a evaporação e infiltração, ou mesmo a degradação da água demandada de tal forma que seja impossível sua utilização posterior.

A diferença quantitativa entre a demanda e o consumo é denominada de retorno, representando a parcela restante da demanda que volta ao manancial, a partir do sistema de drenagem e/ou sistemas de esgotamento sanitários e em condições de ser utilizada a jusante, ainda que conte com perdas de qualidade significativas.

A quantificação dos usos consuntivos utiliza ambos os conceitos. Quando o conceito utilizado for “demanda”, os valores apresentados referem-se à parcela retirada do manancial, independentemente do percentual que é efetivamente utilizado; já quando se fizer referência ao “consumo”, estar-se-á considerando o montante que realmente será consumido, excluindo-se do valor a parcela de água que retorna ao manancial.

Os usos consuntivos, assim como as próprias disponibilidades hídricas, apresentam variação, em termos quantitativos, ao longo do ano. Essa variação é associada à sazonalidade, seja da atividade usuária, seja das condições em que se processa essa atividade.

Neste estudo, as demandas associadas aos usos consuntivos foram determinadas em termos médios. Constatou-se que a eventual sazonalidade da demanda não pode ser estimada com precisão suficiente ou não é relevante, considerando a variação climática e seu impacto sobre o consumo.

Feitos tais esclarecimentos, num primeiro momento, idealizou-se realizar o balanço hídrico para cada município da área de estudo, visando, assim, uma avaliação mais local acerca do tema aqui tratado. Entretanto, em face da disponibilidade de dados, optou-se por adotar a abordagem regional.

De forma mais específica, para a execução dessa avaliação, foram levadas em consideração as seguintes informações:

- demandas hídricas: caracterizadas de acordo com os múltiplos usos a que se destinam os recursos hídricos, isto é, abastecimento urbano; abastecimento rural; criação animal; irrigação e uso industrial; e,
- ofertas hídricas: representadas pelas vazões de permanência ( $Q_{95}$  e  $Q_{98}$ ) estipuladas para diferentes trechos do rio Canoas.

É importante ressaltar que esta comparação considerou apenas a pressão sobre os recursos hídricos superficiais, visto que não foram efetuados estudos de disponibilidade hídrica subterrânea.

Assim, para balizamento das avaliações aqui realizadas foram adotadas algumas premissas, descritas a seguir:

A *European Environment Agency* e a Organização das Nações Unidas (ONU) 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 termo. Este índice adota a seguinte classificação:

- < 5% - Excelente. Pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento é necessária. A água é considerada um bem livre;
- 5% a 10% - A situação é confortável, podendo ocorrer necessidade de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento;
- 10% a 20% - Preocupante. A atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos médios;
- 20% a 40% - A situação é crítica, exigindo intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos; e,
- > 40% - A situação é muito crítica.

O estudo da ANA intitulado como ***Disponibilidades e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil*** (ANA, 2005) considera, no entanto, o indicador que relaciona a  $Q_{95}$  e as demandas hídricas como ideal para refletir a situação real de utilização dos recursos hídricos no país. Para a definição de faixas de classificação deste indicador, o estudo elaborado por ANA (2005) adota as faixas preconizadas pela ONU, considerando que estas são adequadas para o caso brasileiro.

No que se refere a Santa Catarina, para fins de balanço hídrico no contexto do PERH – SC (SDE, 2017), adotou-se a vazão de referência  $Q_{98}$  sendo mais restritiva que a  $Q_{mlt}$  e a  $Q_{95}$ , empregadas pela ONU e pela ANA, respectivamente. Ainda em relação ao Estado, menciona-se a Portaria SDS nº 043, de 13 de agosto de 2012 (SANTA CATARINA, 2010), que estabelece como vazão outorgável 50% da  $Q_{98}$ .

Considerando este contexto, neste estudo foram adotadas as faixas de classificação indicadas pela *European Environment Agency* e ONU para o enquadramento da razão entre a demanda hídrica total e vazões de estiagem, sendo utilizadas como base de comparação 50% do valor estimado das vazões de referência  $Q_{95}$  e  $Q_{98}$ .

## **8.1 Resultados e Análises**

Apresentam-se, na Tabela 8.1 e Tabela 8.2, os valores referentes a 50% das vazões de referência ao longo do rio Canoas e os dados de captação ( $Q_{cap}$ ), retorno ( $Q_{ret}$ ) e consumo ( $Q_{con}$ ) total para todos os cenários avaliados.

**Tabela 8.1 - Disponibilidade ao longo do rio Canoas.**

Ponto de Referência	50% da $Q_{95}$ (m <sup>3</sup> /s)	50% da $Q_{98}$ (m <sup>3</sup> /s)
71200000 (Alto Canoas)	4,23	3,18
71383000 (Médio Canoas)	14,88	10,62
71550000 (Baixo Canoas)	29,62	20,00
Exultório	44,10	31,23

**Tabela 8.2 - Demandas, consumos e retornos hídricos na área de estudo.**

Ano	Qcap (m <sup>3</sup> /s)	Qret (m <sup>3</sup> /s)	Qcon (m <sup>3</sup> /s)
2021	2,20	1,28	0,92
2022	2,24	1,30	0,94
2030	2,55	1,49	1,06
2040	3,02	1,77	1,25

Nota: Qcap = vazão captada; Qret = vazão de retorno e Qcon = vazão consumida.

Com base nos resultados apresentados, verificou-se que, ao longo de todo o rio Canoas, a disponibilidade hídrica é suficiente para suprir toda a demanda de água na área de estudo.

Exemplificando, cita-se que a menor vazão de referência estimada (50% da  $Q_{98}$  no ponto de referência 71200000) correspondente a 3,18 m<sup>3</sup>/s, sendo superior à maior demanda estimada (cenário de 2040), que representa 3,02 m<sup>3</sup>/s, o que denota diferença de 0,16 m<sup>3</sup>/s. Paralelamente, considerando a vazão que é, de fato, prevista para ser consumida em 2040, essa diferença representa o valor de 1,93 m<sup>3</sup>/s.

Adicionalmente, a Tabela 8.3 demonstra os resultados da estimativa do Índice de Retirada de Água para cada cenário, que corresponde à vazão captada dividida pela vazão de referência. Esta avaliação limitou-se aos dados de disponibilidade referentes à foz do rio Canoas, que engloba toda a área de estudo, assim como as demandas apresentadas.

**Tabela 8.3 - Índices de Retirada da Água.**

Ano	Qcap/(50% da $Q_{95}$ )	Qcap/(50% da $Q_{98}$ )
2021	5,0%	7,0%
2022	5,1%	7,2%
2030	5,8%	8,2%
2040	6,8%	9,7%

Nota: Qcap = vazão captada.

A título de recordação, de acordo com a *European Environment Agency* e ONU, o Índice de Retirada de Água com valor de 5% a 10% denota situação, em termos de disponibilidade hídrica, confortável, podendo ocorrer necessidade de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento.

Conforme resultados, para todos os cenários estipulados, o índice avaliado ficou dentro da faixa descrita anteriormente, ratificando o balanço hídrico favorável.

## 9 CONFLITOS POR USO DA ÁGUA

A intensa utilização dos recursos hídricos, sejam eles consuntivos ou não, aliada a ações antrópicas, tais como o desmatamento, especialmente de matas ciliares, práticas de



monoculturas e outras atividades agropecuárias, além da presença industrial e de aproveitamentos hidrelétricos nos municípios estudados, pode corroborar para a ocorrência de conflitos envolvendo os recursos hídricos, fazendo-se, portanto, necessária a investigação acerca deste tema no âmbito da avaliação dos usos da água.

Para tanto, foi realizada, inicialmente, a análise da situação atual da região, buscando-se, por meio de fontes secundárias, informações acerca de conflitos relacionados aos usos da água já existentes na área de estudo.

Neste contexto, menciona-se que não foram identificados conflitos relacionados à utilização dos recursos hídricos em nenhum dos municípios analisados. Cabe destacar que existem conflitos concernentes à formação dos reservatórios da UHE Campos Novos e da UHE Garibaldi, conforme destacado no **Volume I - Diagnóstico Socioambiental**. Tais registros, entretanto, se relacionam ao uso da terra e não ao uso da água.

Outra avaliação realizada valeu-se das informações levantadas em campo, merecendo destaque a balsa do Valeco, que liga as comunidades Santa Cruz do Pery e Santa Catarina, a qual será afetada pela formação do reservatório da PCH Canoas. O local de travessia desta balsa dista, aproximadamente, 1,4 km do eixo do barramento da PCH Canoas, suscitando preocupação, por parte do balseiro, da continuidade dessa atividade.

Nesse sentido, a implantação do empreendimento hidrelétrico poderá gerar conflito no contexto dos usos não consuntivos, especialmente em relação ao transporte hidroviário representado pela balsa do Valeco.

Paralelamente, com relação à propagação de cheias, como resultado advindo da modelagem matemática, não é esperado conflito em virtude da implantação da PCH Canoas, haja vista que as simulações não apontam alterações significativas no regime sazonal de vazões.

Similarmente, em relação à qualidade da água, os resultados apresentados por Prime (2021) apontam poucas alterações nos parâmetros analisados nos diferentes cenários, não sendo, portanto, previstos conflitos relacionados ao tema.

Finalmente, realizou-se a análise de potencial de conflito tendo como base os resultados de demanda, consumo e disponibilidade hídrica na região de estudo, bem como a comparação entre esses aspectos. Conforme apresentado no item 8.1 (*Resultados e Análises*) a disponibilidade hídrica, em termos de quantidade, apresenta-se suficiente para suprir as demandas, assim como os consumos estimados para todos os cenários avaliados. Neste sentido, é plausível admitir que a ocorrência de conflitos relacionados à escassez de água, mesmo num horizonte de cerca de 20 anos, é pouco provável.

## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO TURISMO DE SANTA CATARINA (SANTUR). **Pesca**. Disponível em: < <http://turismo.sc.gov.br/atividade/pesca/>>. Acesso em: 08 out. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Água na indústria: **uso e coeficientes técnicos**. Brasília: ANA, 2017. 37 p. Disponível em: <[http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/aceso-tematico/usos-da-agua/aguaindustria\\_usoecoefficientestecnicos.pdf](http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/aceso-tematico/usos-da-agua/aguaindustria_usoecoefficientestecnicos.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Atlas Esgotos: **Despoluição de Bacias Hidrográficas**. 2017. Disponível em: <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/1d8cea87-3d7b-49ff-86b8-966d96c9eb01>>. Acesso em: 15 out. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). Atlas Irrigação 2021: **Uso da Água na Agricultura Irrigada**. 2021c. Disponível em: <<https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/storymaps/stories/a874e62f27544c6a986da1702a911c6b>>. Acesso em: 16 jun. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no brasil**. Brasília, 2005. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VF%20DisponibilidadeDemanda.pdf>. Acesso em: 15 out. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no brasil**. Cadernos de Recursos Hídricos 2. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos e Usos Múltiplos. Brasília, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos**. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <[http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/ana\\_encarte\\_outorga\\_conjuntura2019.pdf](http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/ana_encarte_outorga_conjuntura2019.pdf)>. Acesso em: 27 jul. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Outorgas emitidas**. 2021a. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/regulacao/principais-servicos/outorgas-emitidas>>. Acesso em: 29 jul. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Usos consultivos da água no Brasil (1931 a 2030)**. 2021b. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNmFhMjA4NmQtY2Y4Yy00OWE4LTkyNzEtOTk2MTY4MTQzMjIiIiwidCI6ImUwYmI0MDEyLTgxMGItNDY5YS04YjRkLTY2N2ZjZDFiYWY4OCJ9>>. Acesso em: 29 jul. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Sistema de Informações de Geração da ANEEL (SIGA)**. 2021. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2IiwidCI6ImUwYmI0MDEyLTgxMGItNDY5YS04YjRkLTY2N2ZjZDFiYWY4OCJ9>>. Acesso em: 29 jul. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9.649**. Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986. 7p.

BRASIL. Congresso Nacional. **Lei nº. 9433**, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos,

regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, DF, 8 jan. 1997.

BRASIL. **Lei nº 14.026**, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421>>. Acesso em: 26 out. 2021.

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos: 2019**. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Caderno da região hidrográfica Atlântico Leste** / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006 a. 156 p.

CAMPOS NOVOS. Prefeitura Municipal de Campos Novos. **Portal de Turismo de Campos Novos**. 2021. Disponível em: <<https://turismo.camposnovos.sc.gov.br/o-que-fazer/item/parque-estadual-rio-canoas>>. Acesso em: 08 out. 2021.

ESTELAR ENGENHEIROS ASSOCIADOS. Projeto Básico PCH Canoas. Statkraft. Volume I – Relatório Técnico. 2018. 336 p.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (FBB); MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA); FUNDAÇÃO DE APOIO À UNIVERSIDADE DE VIÇOSA (FUNARBE). Relatório final dos coeficientes técnicos de recursos hídricos das atividades industrial e agricultura irrigada: **Relatório Técnico 6**. Brasília, DF. 2011. Disponível em: <<https://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/desenvolvimento-de-matriz-de-coeficientes-tecnicos-para-recursos-hidricos-no-brasil.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2006**. 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 13 jun. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017**. 2017. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 13 jun. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola Municipal 2019**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=conceitos-e-metodos>>. Acesso em: 07 abr. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Automática SIDRA. **Cadastro Central de Empresas (CEMPRE) Tabelas**. 2019. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/cempre/tabelas>>. Acesso em: 15 out. 2021.

NOTUS. Plano Municipal de Saneamento Básico de Correia Pinto: **produto 07**. 2015a. Disponível em: <<https://cisama.sc.gov.br/assets/uploads/5925b-produto-07-versao-final-do-pmsb-correia-pinto.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2021.

NOTUS. Plano Municipal de Saneamento Básico de Otacílio Costa: **produto 07**. 2015b. Disponível em: <<https://cisama.sc.gov.br/assets/uploads/6b21f-produto-07-versao-final-do-pmsb-otacilio-costa.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2021.

ONS/ANA/ANEEL/MME/CONSÓRCIO FAHMA-DZETA. Estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo da água em bacias do Sistema Interligado Nacional (SIN). Relatório Final: **Metodologia e resultados consolidados**. 2005. Disponível em: <<https://www.ceivap.org.br/downloads/Relatorio%20final%20ONS.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2021.

PRIME. **Modelagem hidrodinâmica e de qualidade da água**. Brasília, DF, 2021.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD); FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (FJP); INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil**. 2020. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha>>. Acesso em: 15 mar. 2020.

SANTA CATARINA. **Decreto nº 365**, de 10 de setembro de 2015. Regulamenta a Lei nº 14.652, de 2009, que institui a avaliação integrada da bacia hidrográfica para fins de licenciamento ambiental e estabelece outras providências. Disponível em: <<http://server03.pge.sc.gov.br/LegislacaoEstadual/2015/000365-005-0-2015-006.htm>>. Acesso em: 13 jun. 2021.

SANTA CATARINA. **Lei nº 14.652**, de 13 de janeiro de 2009. Institui a avaliação integrada da bacia hidrográfica para fins de licenciamento ambiental e estabelece outras providências. Disponível em: <[http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2009/14652\\_2009\\_Lei\\_promulgada.html](http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2009/14652_2009_Lei_promulgada.html)>. Acesso em: 13 jun. 2021.

SANTA CATARINA. **Lei nº 16.344**, de 21 de janeiro de 2014. Altera a Lei .nº 14.652, de 2009, que institui a avaliação integrada da bacia hidrográfica para fins de licenciamento ambiental, e parte promulgada pela Assembleia Legislativa da referida Lei. Disponível em: <[http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2014/16344\\_2014\\_Lei.html](http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2014/16344_2014_Lei.html)>. Acesso em: 13 jun. 2021.

SANTA CATARINA. **Lei nº 17.451**, de 10 de janeiro de 2018. Altera o art. 2º da Lei nº 14.652, de 2009, que institui a avaliação integrada da bacia hidrográfica para fins de licenciamento ambiental e estabelece outras providências. Disponível em: <[http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2018/17451\\_2018\\_lei.html](http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2018/17451_2018_lei.html)>. Acesso em: 13 jun. 2021.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca. Censo Agro: **Santa Catarina amplia área destinada à produção agropecuária**. 2018. Disponível em: <<https://www.sc.gov.br/noticias/temas/agricultura-e-pesca/censo-agro-santa-catarina-amplia-area-destinada-a-producao-agropecuaria>>. Acesso em: 15 out. 2021.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL (SDE). **Cadastro de Usuários de Água do Estado de Santa Catarina**. 2021a. Disponível em: <[http://www.cadastro.aguas.sc.gov.br/sirhsc/conteudo\\_visualizar\\_dinamico.jsp?idEmpresa=59&idMenu=864](http://www.cadastro.aguas.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=59&idMenu=864)>. Acesso em: 27 jul. 2021.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL (SDE). **Panorama dos Recursos Hídricos em Santa Catarina**. Florianópolis, 2006. 315p.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL (SDE). Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina (PERH/SC): **Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos de Santa Catarina**. 2017.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL (SDE). **Plano Municipal de Saneamento Básico de Anita Garibaldi**: volume I. 2011a. Disponível em: <<https://cisama.sc.gov.br/assets/uploads/c71b0-pmsb-anita-garibaldi-volume-i.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2021.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL (SDE). **Plano Municipal de Saneamento Básico de Bocaina do Sul**: volume I. 2011b. Disponível em: <<https://cisama.sc.gov.br/assets/uploads/26238-pmsb-bocaina-do-sul.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2021.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL (SDE). **Plano Municipal de Saneamento Básico de Bom Retiro**: volume I. 2011c. Disponível em: <<https://cisama.sc.gov.br/assets/uploads/57a52-pmsb-bom-retiro.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2021.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL (SDE). **Plano Municipal de Saneamento Básico de Brunópolis**: volume IV. 2011d. Disponível em: <[https://static.fecam.net.br/uploads/308/arquivos/2120182\\_Volume\\_IV\\_Brunopolis.pdf](https://static.fecam.net.br/uploads/308/arquivos/2120182_Volume_IV_Brunopolis.pdf)>. Acesso em: 02 ago. 2021.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL (SDE). **Plano Municipal de Saneamento Básico de Cerro Negro**: volume I. 2011e. Disponível em: <<https://cisama.sc.gov.br/assets/uploads/61085-cerro-negro-5-versao-final-volume-i.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2021.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL (SDE). **Plano Municipal de Saneamento Básico de Palmeira**: volume I. 2011f. Disponível em: <<https://cisama.sc.gov.br/assets/uploads/496dd-pmsb-palmeira.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2021.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL (SDE). **Plano Municipal de Saneamento Básico de Ponte Alta**: volume I. 2011g. Disponível em: <<https://cisama.sc.gov.br/assets/uploads/de71f-ponte-alta-5-versao-final-volume-i.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2021.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL (SDE). **Plano Municipal de Saneamento Básico de Rio Rufino**: volume I. 2011h. Disponível em: <<https://cisama.sc.gov.br/assets/uploads/523ce-pmsb-rio-rufino.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2021.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL (SDE). **Plano Municipal de Saneamento Básico de São José do Cerrito**: volume I. 2011i. Disponível em: <<https://cisama.sc.gov.br/assets/uploads/71637-pmsb-sao-jose-do-cerrito.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2021.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL (SDE). **Plano Municipal de Saneamento Básico de Urubici**: volume I. 2011j. Disponível em: <<https://cisama.sc.gov.br/assets/uploads/237ca-pmsb-urubici.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2021.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL (SDE). Sistema de Informações de Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina (SIRHESC). **Portarias Autorizativas 2020**. 2021b. Disponível em: <<https://www.aguas.sc.gov.br/base>>



documental/documentos?jsmallfib=1&dir=JSROOT/Diretoria%20de%20Recursos%20Hidricos/Outorga/Portarias/Outorga%20de%20Direito%20de%20Uso/Portarias%20Autorizativas\_2020>. Acesso em: 29 jul. 2021.

URUBICI. Prefeitura Municipal de Urubici. **Portal Municipal de Turismo de Urubici**. 2021. Disponível em: <<https://turismo.urubici.sc.gov.br/o-que-fazer>>. Acesso em: 08 out. 2021.

U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS. **Hydrologic Engineering Center - River Analysis System - HEC-RAS 5.0.7**. Washington, D.C., 2019.



---

## 11 ANEXOS

---

## **Anexo 1 – E-mail SDE**

## Leonardo Gomes

---

**De:** Leonardo Gomes  
**Enviado em:** segunda-feira, 21 de junho de 2021 10:19  
**Para:** Enaldo Ribeiro Santos  
**Assunto:** RES: RES: Dúvidas cadastro de usuários de recursos ...

Prezado, Enaldo.

Agradeço a cordialidade e esclarecimentos prestados. Nos foram muito úteis.

Atenciosamente,

Leonardo.

**Leonardo Gomes | Analista Ambiental**



ENGENHARIA  
MEIO AMBIENTE

AV. CARANDAÍ, 288, SALA 201  
FUNCIONÁRIOS - CEP 30.130-060  
BELO HORIZONTE - MG  
TEL.: +55 (31) 3227-5722

---

**De:** Enaldo Ribeiro Santos <enaldo@sde.sc.gov.br>  
**Enviada em:** terça-feira, 15 de junho de 2021 19:08  
**Para:** Leonardo Gomes <leonardo.gomes@azurit.com.br>  
**Assunto:** Re: RES: Dúvidas cadastro de usuários de recursos ...

Boa noite,

Prezado, a princípio informo que o Rio Canoas é de domínio Federal, e toda e qualquer captação em seu leito só pode ser outorgado pela ANA, se por acaso saiu alguma captação outorgado pela SDE, ouve equívoco de algum analista.

Respondendo seus questionamentos: Talvez os dados de vazões outorgadas, estejam em algum outro banco de dados, que não seja da SDE.

1 - Este cadastro é uma etapa anterior à outorga, correto? No banco de dados constam usos insignificantes, usos a serem outorgados e usos já outorgados? - **Correto, o cadastro é uma etapa anterior ao pedido de outorga, e constam todos os usos.**

2 - Verifiquei vários cadastros no rio Canoas (Federal), nestes casos, os cadastros são enviados para a ANA avaliar a concessão da outorga? Notei que existem cadastros coincidentes com algumas outorgas da ANA no rio Canoas (Principalmente para uso industrial (Klabin)), devo, portanto, desconsiderar estes cadastros na minha avaliação para evitar a superestimativa da demanda? - **Neste caso, é aconselhável desconsiderar, pois a competência é da ANA.**

3 - Para processos novas outorga, vocês usam esses cadastros para estimativa da demanda hídrica? - **Sim, é usado sim, para efeito do balanço hídrico na bacia.**

Espero que tenha ajudado,

para outras informações você pode consultar nossos colegas Vinícius ou Andréa:  
[andreamgaropaba@gmail.com](mailto:andreamgaropaba@gmail.com) ou [vinicius@sde.sc.gov.br](mailto:vinicius@sde.sc.gov.br)

**Enaldo Ribeiro Santos**

Geólogo

Diretoria de Recursos Hídricos e Saneamento

Secretaria Executiva de Meio Ambiente

Secretaria de Estado do Des. Econômico Sustentável

Fone: (48) 3665-4207

Em 15/06/21 12:09, Leonardo Gomes <[leonardo.gomes@azurit.com.br](mailto:leonardo.gomes@azurit.com.br)> escreveu:

Apenas corrigindo, foi a Fabiana da Statkraft, não Fabiano, quem me passou o seu contato.

Desculpe o engano.

**Leonardo Gomes | Analista Ambiental**



ENGENHARIA  
MEIO AMBIENTE

AV. CARANDAÍ, 288, SALA 201  
FUNCIONÁRIOS - CEP 30.130-060  
BELO HORIZONTE - MG  
TEL.: +55 (31) 3227-5722

---

**De:** Leonardo Gomes <[leonardo.gomes@azurit.com.br](mailto:leonardo.gomes@azurit.com.br)>

**Enviada em:** terça-feira, 15 de junho de 2021 11:10

**Para:** [enaldo@sde.sc.gov.br](mailto:enaldo@sde.sc.gov.br)

**Cc:** Joana Cruz <[joana.cruz@azurit.com.br](mailto:joana.cruz@azurit.com.br)>; Rayssa Barbosa <[rayssa.barbosa@azurit.com.br](mailto:rayssa.barbosa@azurit.com.br)>; Matheus Gomes Pereira de Souza <[matheus.gomes@azurit.com.br](mailto:matheus.gomes@azurit.com.br)>; Luciano Cota <[luciano.cota@azurit.com.br](mailto:luciano.cota@azurit.com.br)>

**Assunto:** Dúvidas cadastro de usuários de recursos hídricos.

Prezado Enaldo, bom dia. Espero encontrá-lo bem.

Meu nome é Leonardo, trabalho na Azurit Engenharia de Belo Horizonte, somos contratados da Statkraft para elaborar a Avaliação Ambiental Integrada do rio Canoas. Quem me passou seu e-mail foi o Fabiano (trabalha na Statkraft) que teve contato com você em um processo de outorga deles.

Estamos elaborando o capítulo de Usos da Água para AAI do rio Canos e surgiram algumas dúvidas em relação aos dados que estamos utilizando. Acredito, caso ache viável, que você possa nos ajudar.

Primeiro, tivemos acesso à lista de outorgas estaduais pelo site da SDE, mas que está sem os dados de vazão. Queria confirmar se, realmente, a informação de vazão outorgada não está disponível?

Alternativamente, nos foi encaminhado um banco de dados de cadastros de usuários de recursos hídricos (CEURH). Sobre esses dados, seguem as dúvidas:

1 - Este cadastro é uma etapa anterior à outorga, correto? No banco de dados constam usos insignificantes, usos a serem outorgados e usos já outorgados?

2 - Verifiquei vários cadastros no rio Canoas (Federal), nestes casos, os cadastros são enviados para a ANA avaliar a concessão da outorga? Notei que existem cadastros coincidentes com algumas outorgas da ANA no rio Canoas (Principalmente para uso industrial (Klabin)), devo, portanto, desconsiderar estes cadastros na minha avaliação para evitar a superestimativa da demanda?

3 - Para processos novas outorga, vocês usam esses cadastros para estimativa da demanda hídrica?

Desde já, agradeço a ajuda.

Atenciosamente,

Leonardo.

**Leonardo Gomes | Analista Ambiental**



ENGENHARIA  
MEIO AMBIENTE

AV. CARANDAÍ, 288, SALA 201  
FUNCIONÁRIOS - CEP 30.130-060  
BELO HORIZONTE - MG  
TEL.: +55 (31) 3227-5722

---

## **Anexo 2 – Modelagem**





STATKRAFT - ENERGIAS RENOVÁVEIS S.A.

## RIO CANOAS – SANTA CATARINA

### PROPAGAÇÃO DE CHEIAS E DA QUALIDADE DA ÁGUA

Nº	REVISÃO	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	DATA
OD	REVISÃO GERAL DO TEXTO	C.R.V.	D.J.S.	05/08/2021
OC	REVISÃO GERAL DO TEXTO	C.R.V.	D.J.S.	28/07/2021
OB	INCLUSÃO DE COMENTÁRIOS E COMPLEMENTOS	C.R.V.	D.J.S.	15/07/2021
OA	EMISSÃO INICIAL DO DOCUMENTO	C.R.V.	D.J.S.	30/06/2021

TÍTULO:

MODELAGEM HIDRODINAMICA E DE QUALIDADE DA ÁGUA

	ÁREA:	Hidráulica	SITUAÇÃO	
	ELABORAÇÃO:	H.J.T.	APROVADO	
	VERIFICAÇÃO:	C.R.V.	APROVADO COM RESTRIÇÕES	
	APROVAÇÃO:	D.J.S.	DEVOLVIDO PARA CORREÇÕES	

RESPONSÁVEL TÉCNICO: Humberto Jacobsen Teixeira	CREA 0600376792	UF SP
GERENTE DE CONTRATO: Danilo Jorge Santos	CREA 10.195/D	UF DF

NÚMERO DO DOCUMENTO: PR280-GL-42-RT-0011	REVISÃO: OD	EMISSÃO INICIAL: 05/08/2021
---	----------------	--------------------------------

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. REGIÃO DOS ESTUDOS</b> .....	<b>6</b>
<b>3. CONCEITUAÇÃO DOS MÓDULOS DA MODELAGEM MATEMÁTICA</b> .....	<b>7</b>
3.1. Modelagem Matemática Hidrodinâmica .....	7
3.2. Modelagem Matemática da Qualidade da Água .....	8
<b>4. PREPARAÇÃO DA BASE DE DADOS DE ENTRADA</b> .....	<b>9</b>
4.1. Definição do Esquema Topológico da Modelagem Matemática .....	9
4.2. Hidrogramas de Cheias de Projeto .....	15
4.2.1. Dados Básicos .....	15
4.2.2. Cálculo das Cheias de Projeto .....	18
4.2.3. Hidrogramas de Cheia .....	19
4.3. Regras Operacionais e Curvas de Descarga dos Vertedores.....	22
4.3.1. PCH Ado Popinhak .....	22
4.3.2. PCH Pery .....	23
4.3.3. PCH Canoas.....	24
4.3.4. UHE São Roque.....	25
4.3.5. UHE Garibaldi .....	26
4.3.6. UHE Campos Novos .....	27
<b>5. PROPAGAÇÃO DE CHEIAS</b> .....	<b>28</b>
5.1. Simulação do Cenário Atual.....	28
5.1.1. Análise para a Vazão Média de Longo Termo .....	28
5.1.2. Análise para a Cheia Centenária.....	31
5.1.3. Análise para a Cheia Milenar – Cenário Atual .....	37
5.2. Simulação de Curto Prazo.....	42
5.2.1. Análise para a Vazão Média de Longo Termo (QMLT) .....	42
5.2.2. Análise para a Cheia Centenária.....	46
5.2.3. Análise para a Cheia Milenar – Cenário de Curto Prazo .....	51
5.3. Simulação do Cenário de Médio Prazo - 2030.....	55
5.3.1. Análise para a Vazão Média de Longo Termo (QMLT) .....	55
5.3.2. Análise para a Cheia Centenária – Cenário de Médio Prazo .....	59
5.3.3. Análise para a Cheia Milenar .....	64
5.4. Simulação do Cenário de Longo Prazo – 2040 .....	69
5.5. Análise Comparativa entre as Condições Com e Sem a PCH Canoas .....	69
<b>6. MODELAGEM DE QUALIDADE DA ÁGUA</b> .....	<b>70</b>
6.1. Dados de Entrada para a Modelagem Matemática .....	70
6.1.1. Dados de Amostragem de Qualidade da Água.....	70
6.2. Análise do Comportamento da Cascata de Empreendimentos.....	72
6.3. Apresentação dos Resultados da Modelagem Matemática .....	73
6.3.1. Condição: Vazão Média de Longo Termo (QMLT) .....	74

---

6.3.2.	Condição: Vazão de Cheia Milenar .....	78
6.3.3.	Condição: Vazão de Seca (50%-Q <sub>98%</sub> ).....	82
<b>7.</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>87</b>
<b>8.</b>	<b>ILUSTRAÇÕES.....</b>	<b>88</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1-1: Rio Canoas – Aproveitamentos Hidrelétricos: Características principais .....	1
Tabela 4-1: Posicionamento Relativo das Seções Topobatimétricas .....	13
Tabela 4-2: Estações Fluviométricas Seleccionadas .....	16
Tabela 4-3: Período e Natureza dos Dados Disponíveis em Cada Estação Fluviométrica .....	16
Tabela 4-4: Vazão Médias Mensais – Estação: Passo Caru .....	17
Tabela 4-5: Hidrograma Unitário Curvilíneo Adimensional – SCS .....	20
Tabela 4-6: Hidrogramas de Vazões nos Pontos de Amostragem 1/3 .....	20
Tabela 4-7: Hidrogramas de Vazões nos Pontos de Amostragem 2/3 .....	21
Tabela 4-8: Hidrogramas de Vazões nos Pontos de Amostragem 3/3 .....	21
Tabela 4-9: Hidrogramas de Vazões nos Eixos dos Aproveitamentos.....	22
Tabela 4-10: PCH Ado Popinhak – Curva de Descarga dos Vertedouros de Superfície.....	22
Tabela 4-11: PCH Pery – Curva de descarga do vertedouro .....	23
Tabela 4-12: PCH Canoas – Curva de descarga dos vertedouros.....	24
Tabela 4-13: UHE São Roque – Curva de descarga do vertedouro .....	25
Tabela 4-14: UHE Garibaldi – Curva de descarga do vertedouro.....	26
Tabela 5-1: Vazão $Q_{MLT}$ – Cenário Atual .....	29
Tabela 5-2: Vazão $Q_{100}$ – Cenário Atual.....	32
Tabela 5-3: Vazão $Q_{1.000}$ – Cenário Atual.....	38
Tabela 5-4: Vazão $Q_{MLT}$ – Cenário Curto Prazo.....	43
Tabela 5-5: Vazão $Q_{100}$ – Cenário Curto Prazo .....	46
Tabela 5-6: Vazão $Q_{1000}$ – Cenário Curto Prazo .....	51
Tabela 5-7: Vazão $Q_{MLT}$ – Cenário Médio Prazo .....	56
Tabela 5-8: Vazão $Q_{100}$ – Cenário Médio Prazo.....	59
Tabela 5-9: Vazão $Q_{1000}$ – Cenário Médio Prazo.....	65
Tabela 6-1: Dados de Amostragem de Qualidade da Água.....	71
Tabela 6-2: Dados dos Aproveitamentos Hidrelétricos.....	73
Tabela 6-3: Vazões Médias de Longo Termo ( $Q_{MLT}$ ).....	74
Tabela 6-4: Parâmetros de Qualidade da Água.....	74
Tabela 6-5: Vazões de Cheia ( $Q_{1000}$ ).....	79
Tabela 6-6: Parâmetros de Qualidade da Água.....	79
Tabela 6-7: Vazões de Seca – 50% de $Q_{98\%}$ .....	83
Tabela 6-8: Parâmetros de Qualidade da Água.....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Rio Canoas – Aproveitamentos Hidrelétricos: Cenário Atual.....	2
Figura 1-2: Rio Canoas – Aproveitamentos Hidrelétricos: Cenário de Curto Prazo .....	3
Figura 1-3: Rio Canoas – Aproveitamentos Hidrelétricos: Cenário de Médio Prazo .....	4
Figura 1-4: Rio Canoas – Aproveitamentos Hidrelétricos: Cenário de Longo Prazo.....	5
Figura 3-1: Células de Qualidade de Água e Seções Transversais no HEC-RAS .....	8
Figura 4-1: Rio Canoas – Perfil longitudinal .....	9
Figura 4-2: Localização das seções 1/6 .....	10
Figura 4-3: Localização das seções 2/6 .....	10
Figura 4-4: Localização das seções 3/6 .....	11
Figura 4-5: Localização das seções 4/6 .....	11
Figura 4-6: Localização das seções 5/6 .....	12
Figura 4-7: Localização das seções 6/6 .....	12
Figura 4-8: Estações Fluviométricas Selecionadas para os Estudos .....	16
Figura 4-9: Hidrograma Adimensionalizado pela MLT .....	17
Figura 4-10: Vazão Médias Mensais – Estação: Passo Caru .....	18
Figura 4-11: Hidrograma Unitário Curvilíneo – Soil Conservation Service .....	19
Figura 5-1: Perfil da Linha d’água para a Vazão $Q_{MLT}$ – Cenário Atual.....	28
Figura 5-2: Perfil da Linha d’água para a Vazão $Q_{100}$ – Cenário Atual .....	32
Figura 5-3: Cheias Centenárias: Montante da PCH Ado Popinhak – Cenário Atual.....	33
Figura 5-4: Cheias Centenárias: PCH Ado Popinhak a Seção São Roque – Cenário Atual .....	34
Figura 5-5: Cheias Centenárias: Seção Roque a Seção de Jusante – Cenário Atual .....	34
Figura 5-6: Cheias Centenárias: Hidrogramas nos Eixos dos barramentos – Cenário Atual.....	35
Figura 5-7: Cheia Centenária: PCH Ado Popinhak – Cenário Atual .....	35
Figura 5-8: Cheia Centenária – PCH Pery – Cenário Atual.....	36
Figura 5-9: Cheia Centenária: UHE Garibaldi – Cenário Atual.....	36
Figura 5-10: Cheia Centenária: UHE Campos Novos – Cenário Atual .....	37
Figura 5-11: Perfil da Linha d’água para a Vazão $Q_{1.000}$ – Cenário Atual .....	37
Figura 5-12: Cheias Milenares: Montante da PCH Ado Popinhak – Cenário Atual.....	39
Figura 5-13: Cheias Milenares: PCH Ado Propinhak a Seção São Roque – Cenário Atual .....	39
Figura 5-14: Cheias Milenares: Seção São Roque a Seção Jusante – Cenário Atual.....	40
Figura 5-15: Cheias Milenares: Hidrogramas nos Eixos dos barramentos – Cenário Atual.....	40
Figura 5-16: Cheia Milenar: PCH Ado Propinhak – Cenário Atual .....	41
Figura 5-17: Cheia Milenar: PCH Pery – Cenário Atual.....	41
Figura 5-18: Cheia Milenar: UHE Garibaldi – Cenário Atual.....	42
Figura 5-19: Cheia Milenar: UHE Campos Novos – Cenário Atual.....	42
Figura 5-20: Perfil da Linha d’água para a Vazão $Q_{MLT}$ – Cenário Curto Prazo .....	43
Figura 5-21: Perfil da Linha d’água para a Vazão $Q_{100}$ – Cenário Curto Prazo.....	46
Figura 5-22: Cheias Centenárias: Montante da PCH Ado Popinhak – Cenário Curto Prazo .....	48

Figura 5-23: Cheias Centenárias: PCH Ado Popinhak a UHE São Roque – Cenário Curto Prazo.....	48
Figura 5-24: Cheias Centenárias: UHE São Roque à Seção Jusante – Cenário Curto Prazo.....	48
Figura 5-25: Cheias Centenárias: Hidrogramas nos Eixos dos barramentos – Cenário Curto Prazo .....	49
Figura 5-26: Cheia Centenária: PCH Ado Propinhak – Cenário Curto Prazo.....	49
Figura 5-27: Cheia Centenária: PCH Pery – Cenário Curto Prazo.....	49
Figura 5-28: Cheia Centenária: UHE São Roque – Cenário Curto Prazo.....	50
Figura 5-29: Cheia Centenária: UHE Garibaldi – Cenário Curto Prazo .....	50
Figura 5-30: Cheia Centenária: UHE Campos Novos – Cenário Curto Prazo .....	50
Figura 5-31: Perfil da Linha d’água para a Vazão $Q_{1000}$ – Cenário Curto Prazo .....	51
Figura 5-32: Cheias Milenares: Montante da PCH Ado Popinhak – Cenário Curto Prazo .....	52
Figura 5-33: Cheias Milenares: PCH Ado Popinhak a UHE São Roque – Cenário Curto Prazo.....	53
Figura 5-34: Cheias Milenares: UHE São Roque a Seção Jusante – Cenário Curto Prazo.....	53
Figura 5-35: Cheias Milenares: Hidrogramas nos Eixos dos barramentos – Cenário Curto Prazo .....	53
Figura 5-36: Cheia Milenar: PCH Ado Propinhak – Cenário Curto Prazo.....	54
Figura 5-37: Cheia Milenar: PCH Pery – Cenário Curto Prazo .....	54
Figura 5-38: Cheia Milenar: UHE São Roque – Cenário Curto Prazo.....	54
Figura 5-39: Cheia Milenar: UHE Garibaldi – Cenário Curto Prazo.....	55
Figura 5-40: Cheia Milenar: UHE Campos Novos – Cenário Curto Prazo .....	55
Figura 5-41: Perfil da Linha d’água para a Vazão $Q_{MLT}$ – Cenário Médio Prazo.....	56
Figura 5-42: Perfil da Linha d’água para a Vazão $Q_{100}$ – Cenário Médio Prazo .....	59
Figura 5-43: Cheias Centenárias: A montante da PCH Ado Propinhak – Cenário Médio Prazo .....	61
Figura 5-44: Cheias Centenárias: PCH Ado Propinhak a UHE São Roque – Cenário Médio Prazo.....	61
Figura 5-45: Cheias Centenárias: UHE São Roque a Seção Jusante – Cenário Médio Prazo .....	61
Figura 5-46: Cheias Centenárias: Hidrogramas nos Eixos dos barramentos – Cenário Médio Prazo.....	62
Figura 5-47: Cheia Centenária: PCH Ado Propinhak – Cenário Médio Prazo .....	62
Figura 5-48: Cheia Centenária: PCH Pery – Cenário Médio Prazo.....	62
Figura 5-49: Cheia Centenária: PCH Canoas – Cenário Médio Prazo .....	63
Figura 5-50: Cheia Centenária: UHE São Roque – Cenário Médio Prazo .....	63
Figura 5-51: Cheia Centenária: UHE Garibaldi – Cenário Médio Prazo.....	63
Figura 5-52: Cheia Centenária: UHE Campos Novos – Cenário Médio Prazo.....	64
Figura 5-53: Perfil da Linha d’água para a Vazão $Q_{1000}$ – Cenário Médio Prazo .....	64
Figura 5-54: Cheias Milenares: A montante da PCH Ado Propinhak – Cenário Médio Prazo.....	66
Figura 5-55: Cheias Milenares: PCH Ado Propinhak a UHE São Roque – Cenário Médio Prazo.....	66
Figura 5-56: Cheias Milenares: UHE São Roque a Seção Jusante – Cenário Médio Prazo .....	66
Figura 5-57: Cheias Milenares: Hidrogramas nos Eixos dos barramentos – Cenário Médio Prazo.....	67
Figura 5-58: Cheia Milenar: PCH Ado Propinhak – Cenário Médio Prazo .....	67
Figura 5-59: Cheia Milenar: PCH Pery – Cenário Médio Prazo.....	67
Figura 5-60: Cheia Milenar: PCH Canoas – Cenário Médio Prazo .....	68
Figura 5-61: Cheia Milenar: UHE São Roque – Cenário Médio Prazo.....	68
Figura 5-62: Cheia Milenar: UHE Garibaldi – Cenário Médio Prazo .....	68
Figura 5-63: Cheia Milenar: UHE Campos Novos – Cenário Médio Prazo.....	69



Figura 6-1: Pontos de Amostragens de Qualidade da Água.....	70
Figura 6-2: Concentração de Algas (CL_a) – Vazão $Q_{MLT}$ .....	76
Figura 6-3: Concentração de Oxigênio Dissolvido – Vazão $Q_{MLT}$ .....	76
Figura 6-4: Concentração da DBO – Vazão $Q_{MLT}$ .....	77
Figura 6-5: Concentração de Nitrato – Vazão $Q_{MLT}$ .....	77
Figura 6-6: Concentração de Amônia – Vazão $Q_{MLT}$ .....	78
Figura 6-7: Concentração de Fósforo Orgânico – Vazão $Q_{MLT}$ .....	78
Figura 6-8: Concentração de Algas (CL_a) – Cheia Milena.....	80
Figura 6-9: Concentração de Oxigênio Dissolvido – Cheia Milenar.....	80
Figura 6-10: Concentração da DBO – Cheia Milenar.....	81
Figura 6-11: Concentração de Nitrato – Cheia Milenar.....	81
Figura 6-12: Concentração de Amônia – Cheia Milenar.....	82
Figura 6-13: Concentração de Fósforo Orgânico – Cheia Milenar.....	82
Figura 6-14: Concentração de Algas (CL_a) – Vazão de Seca.....	84
Figura 6-15: Concentração de Oxigênio Dissolvido – Vazão de Seca.....	84
Figura 6-16: Concentração da DBO – Vazão de Seca.....	85
Figura 6-17: Concentração de Nitrato – Vazão de Seca.....	85
Figura 6-18: Concentração de Amônia – Vazão de Seca.....	86
Figura 6-19: Concentração de Fósforo Orgânico – Vazão de Seca.....	86

## 1. INTRODUÇÃO

Neste documento são apresentados os resultados dos estudos de modelagem hidrodinâmica e de qualidade da água do rio Canoas, considerando o percurso álveo desde a região de cabeceiras até sua foz no rio Uruguai.

No contexto deste estudo integram também o conjunto de seis barramentos inseridos ou a serem inseridos neste curso d'água que foram modelados com o propósito de avaliar a propagação das ondas de cheias e comportamento da qualidade da água.

As propagações das ondas de cheias de projeto foram aferidas para a vazão média de longo termo (QMLT) e para as cheias com recorrências de 100 anos e 1.000 anos.

A cascata de empreendimentos considerada no curso do rio Canoas é representada pelos seguintes empreendimentos: UHE Campos Novos, UHE Garibaldi, UHE São Roque, PCH Canoas, PCH Pery e PCH Ado Popinhak. Na Tabela 1-1 apresentam-se as principais características destes aproveitamentos.

Tabela 1-1: Rio Canoas – Aproveitamentos Hidrelétricos: Características principais.

APROVEITAMENTO	RESERVATÓRIO		NA <sub>JUSANTE</sub> (m)	QUEDA BRUTA (m)	P <sub>INSTALADA</sub> (MW)	TIPO DE VERTEDOURO	OBSERVAÇÕES
	NA <sub>MÁX MÁX</sub> (m)	NA <sub>NORMAL</sub> (m)					
UHE CAMPOS NOVOS	665.0	660.0	480.0	180.0	880.0	controlado	em operação
UHE GARIBALDI	712.4	705.0	660.7	44.3	192.0	soleira livre	em operação
UHE SÃO ROQUE	765.9	760.0	706.3	53.7	142.0	soleira livre	em construção
<b>PCH CANOAS</b>	<b>783.9</b>	<b>780.0</b>	<b>760.3</b>	<b>19.7</b>	<b>30.0</b>	<b>soleira livre + controlado</b>	<b>projeto em andamento</b>
PCH PERY	801.6	798.4	780.0	18.4	30.0	soleira livre	em operação
PCH ADO PROPINHAK	821.3	817.0	803.8	13.3	22.6	soleira livre+controlado	em operação

A partir deste arranjo, as simulações consideram temporalmente três cenários de composições de obras hidráulicas:

- Cenário Atual: Considera os empreendimentos em operação: UHE Campos Novos, UHE Garibaldi, PCH Pery e PCH Ado Popinhak;

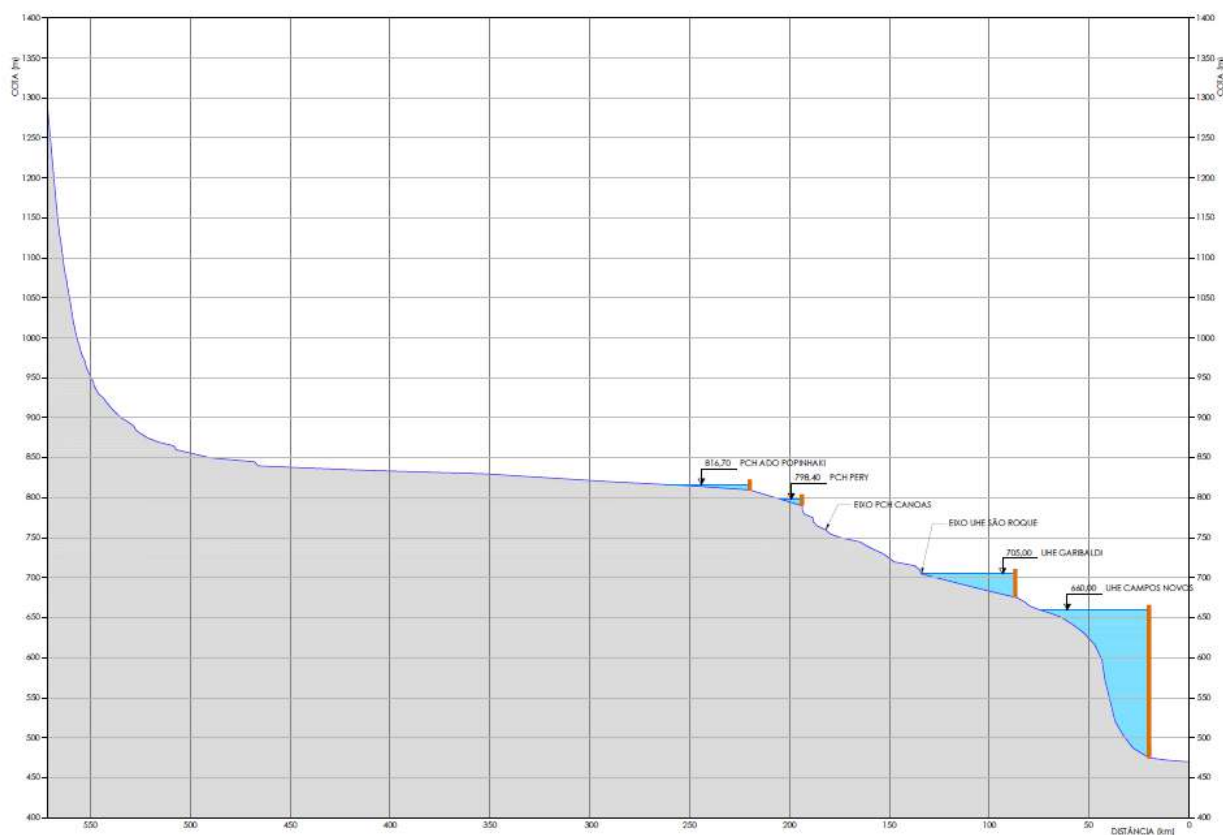


Figura 1-1: Rio Canoas – Aproveitamentos Hidrelétricos: Cenário Atual

- Cenário de Curto Prazo: Inclui a UHE São Roque, cujo início de operação pode ocorrer até o ano de 2022;

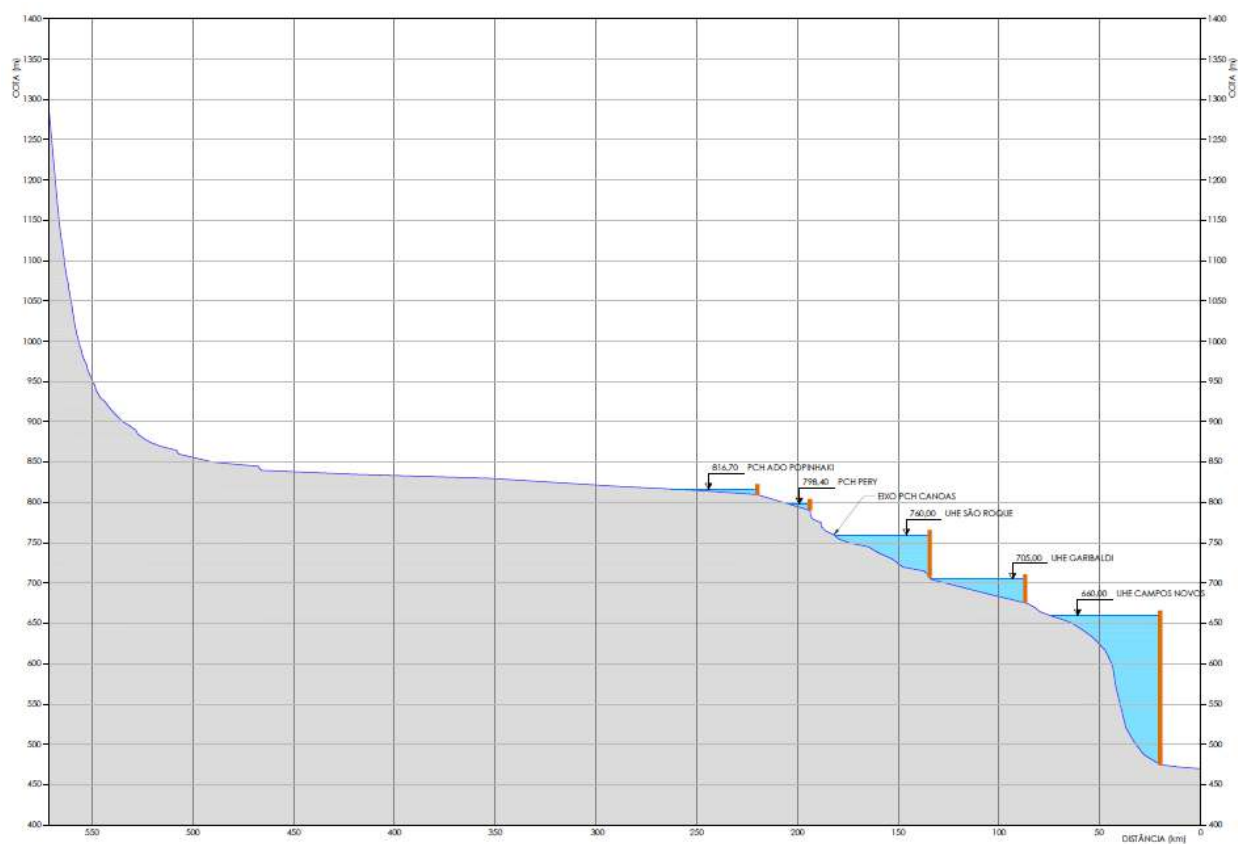


Figura 1-2: Rio Canoas – Aproveitamentos Hidrelétricos: Cenário de Curto Prazo

- Cenário de Médio Prazo 2030: Inclui a PCH Canoas, compondo a cascata completa formada pelos seis aproveitamentos;

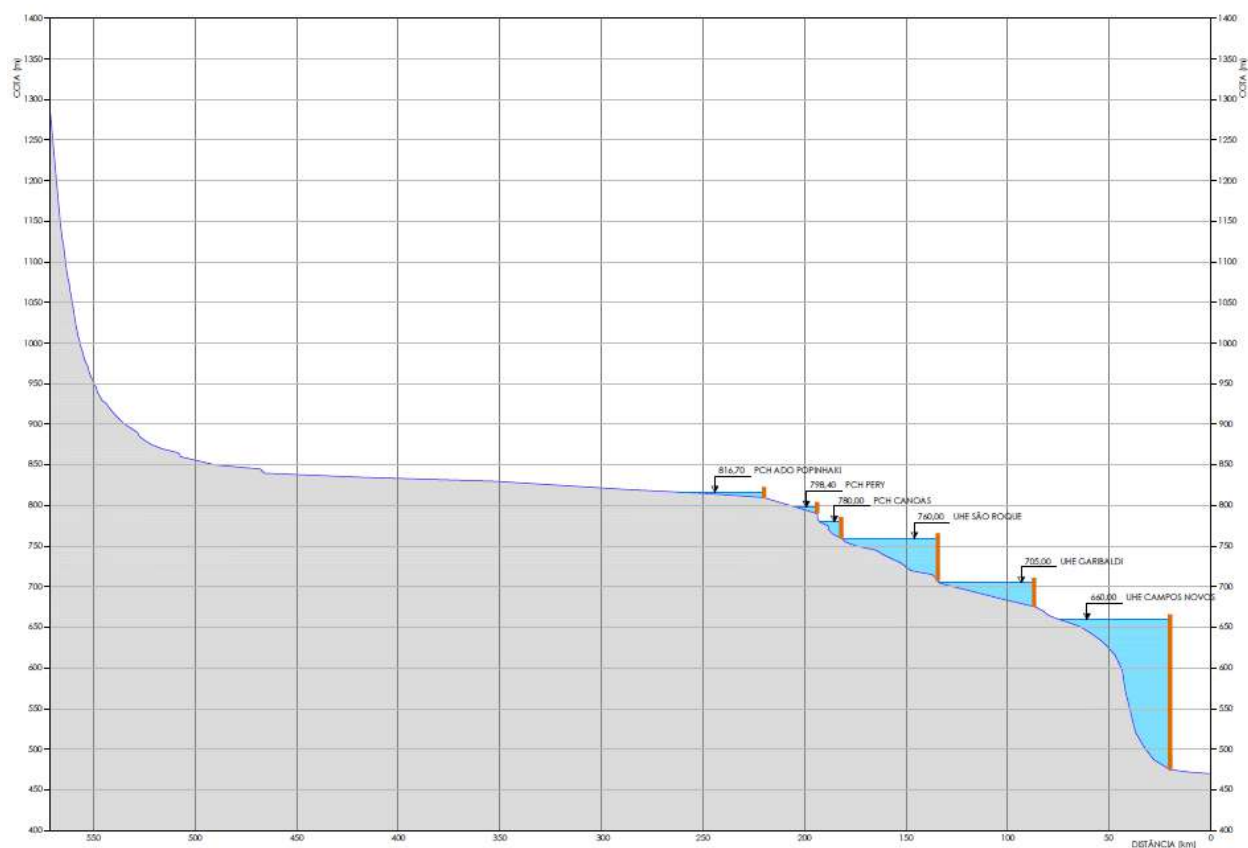


Figura 1-3: Rio Canoas – Aproveitamentos Hidrelétricos: Cenário de Médio Prazo

- Cenário de Longo Prazo 2040: idêntico ao Cenário de Médio Prazo.

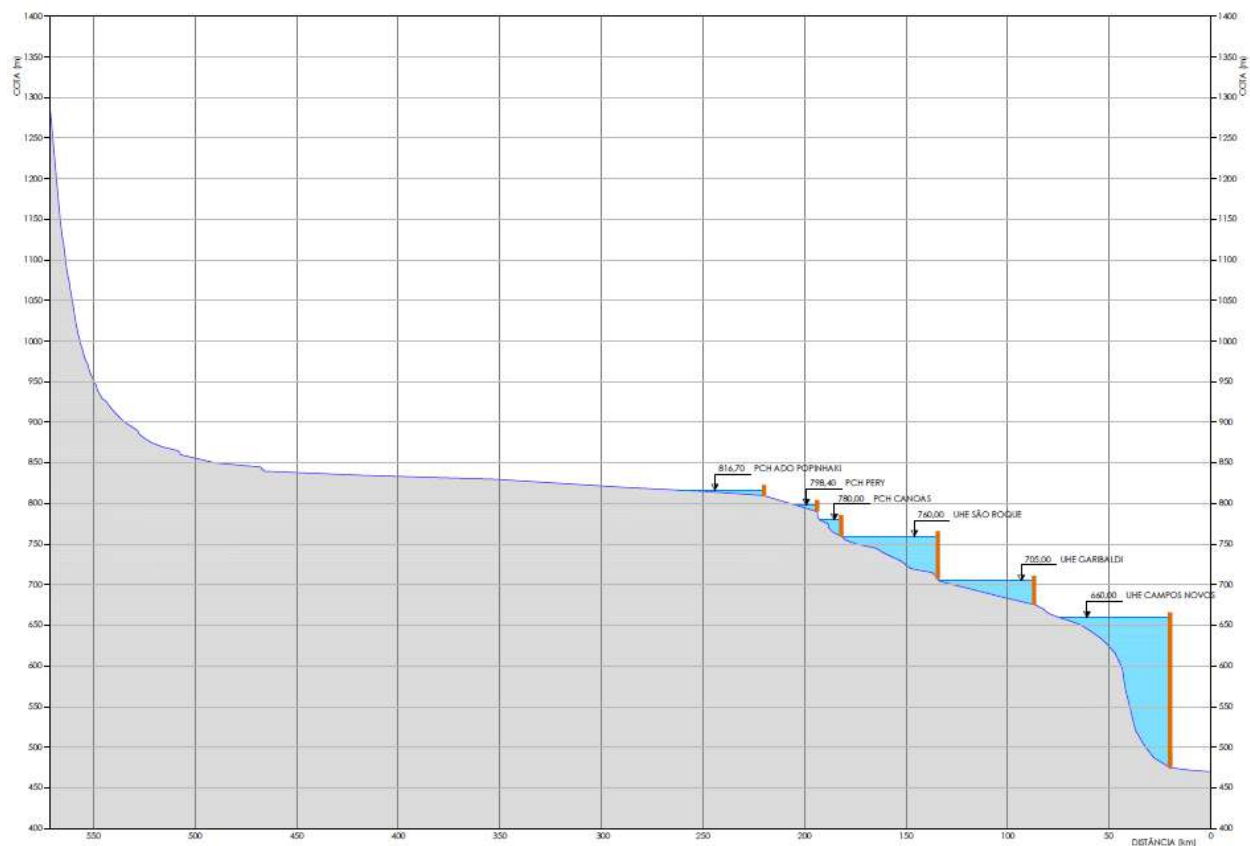


Figura 1-4: Rio Canoas – Aproveitamentos Hidrelétricos: Cenário de Longo Prazo

Para os estudos de modelagem de qualidade da água foram adotados os mesmos cenários de arranjos de obras hidráulicas, onde o comportamento limnológico foi avaliado para três condições de vazões afluentes:

- Vazão de seca: correspondente a 50% da vazão  $Q_{98\%}$ ;
- Vazão média de longo termo ( $Q_{MLT}$ ) e
- Vazão associada a onda de cheia milenar ( $Q_{1.000}$ )

As análises foram fundamentadas na aplicação de técnicas de modelagem matemática, com a utilização do modelo HEC-RAS - versão 5.0.7, concebido pelo "U.S. Army Corps of Engineers" dos Estados Unidos.

## 2. REGIÃO DOS ESTUDOS

O rio Canoas é um curso de água inserido totalmente no estado de Santa Catarina, apresentando bacia de drenagem de 15.012 km<sup>2</sup>

Tem suas nascentes localizadas entre a serra da Anta Gorda e a serra da Boa Vista, na formação Serra Geral, próximo ao município de Urubici (SC), em uma altitude de 1.600 m e tem seu curso desenvolvendo para oeste, apresentando um percurso de 570 km até seu desague no rio Pelotas, onde aquele curso d'água passa a se denominar rio Uruguai. Dentre seus afluentes principais, citam-se rio Caveiras, Marombas, João Paulo, Inferno Grande e Santa Cruz.

Segundo a divisão do território nacional em bacias hidrográficas, adotada pela Agência Nacional de Águas – ANA, o rio Canoas está inserido na Sub-Bacia 71, integrante da Bacia 7 – Bacia do Rio Uruguai.

As principais fontes poluidoras da bacia são derivadas dos efluentes tóxicos da indústria de papel e celulose, efluentes orgânicos e tóxicos das concentrações urbanas e industriais e agrotóxicos das lavouras anuais e de fruticultura.



### 3. CONCEITUAÇÃO DOS MÓDULOS DA MODELAGEM MATEMÁTICA

Os estudos de modelagem hidrodinâmica foram baseados no aplicativo HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System) - versão 5.0.7 (março de 2019), concebido pelo “U.S. Army Corps of Engineers”.

Trata-se de um modelo aplicado à simulação de perfis de linha de água em rios e reservatórios, permitindo realizar modelagens unidimensionais em regimes de escoamento permanente e não permanente, transporte de sedimentos e fundo móvel e qualidade da água.

O HEC-RAS é composto de 4 componentes para análises de rios unidimensionais:

- Regime de escoamento permanente;
- Regime de escoamento não permanente;
- Transporte de Sedimentos;
- Qualidade da água.

#### 3.1. Modelagem Matemática Hidrodinâmica

A modelagem hidrodinâmica foi feita para verificar a propagação das ondas de cheias de projeto associadas a vazão média de longo termo ( $Q_{MLT}$ ) e recorrências de 100 e 1.000 anos ( $Q_{100}$ ;  $Q_{1.000}$ ), ao longo de todo o percurso do rio Canoas, considerando-se os cenários previstos para o aproveitamento hidrelétrico da bacia.

Na formulação do modelo matemático, o sistema a ser simulado é representado pelo percurso do álveo natural do rio Canoas desde próximo as suas cabeceiras até sua foz no rio Uruguai, e pelas estruturas hidráulicas de seis barramento interpostas em seu curso, onde são veiculadas as ondas de cheias de projeto.

A estrutura da barragem é representada pelas características física e hidráulica das estruturas vertentes caracterizadas através das respectivas curvas cota-descarga.

O curso d'água foi modelado por meio de uma sequência de seções topobatimétricas que representam as alterações morfológicas do álveo e das áreas laterais de inundação.

Nos segmentos de rio, sem influência dos reservatórios, o modelo determina, em cada seção, dados temporais de vazão, velocidade de escoamento e cotas de níveis d'água determinando a superfície da linha do escoamento em regime gradualmente variado.

A formulação do modelo é baseada na solução da equação unidimensional da energia e perdas de carga, aferidas por meio do coeficiente de Manning, cujo parâmetro é definido para cada seção considerada na modelagem matemática.

No escoamento não permanente, a formulação do programa é representada por um esquema implícito de diferenças finitas, associadas às equações completas de Saint-Venant, traduzidas por equações diferenciais da conservação da massa e da quantidade de movimento.

Para a execução de uma modelagem hidráulica é necessário que a calha de escoamento seja caracterizada geometricamente por uma sequência de seções topobatimétricas moldadas numericamente por relação distância-cota onde são definidos os valores dos coeficientes de Manning.

No processo de simulação considerou-se o escoamento com fluxo de vazão variável ao longo do tempo, caracterizados por hidrogramas de cheias de projeto, aportados na porção mais a montante do rio Canoas, e afluências laterais distribuídos ao longo de todo o seu percurso até sua foz no Rio Uruguai.

Uma vez que a vazão média de longo termo ( $Q_{MLT}$ ), não se caracteriza como uma onda de cheia, os estudos de propagação de cheias foram desenvolvidos apenas para as vazões centenária e milenar ( $Q_{100}$  e  $Q_{1.000}$ ).

Para as vazões médias de longo termo ( $Q_{MLT}$ ) e afluência associada a 50% da vazão  $Q_{98\%}$ , adotadas nos estudos de modelagem de qualidade da água, considerou-se regime de afluência permanente.

### 3.2. Modelagem Matemática da Qualidade da Água

O módulo de simulação de qualidade da água utiliza o esquema numérico explícito “QUICKEST-ULTIMATE”, proposto por “Leonard, 1979 e 1991”, na solução dos processos advectivos e difusivos do escoamento unidimensional.

O modelo simula os processos relacionados de transformação e o transporte dos parâmetros físicos e bioquímicos da qualidade da água, considerando a temperatura, constituintes conservativos e não conservativos, a série do nitrogênio dissolvido ( $NO_3-N$ ,  $NO_2-N$ ,  $NH_4-N$  e Org-N), fósforo dissolvido ( $PO_4-P$ , Org-P), algas, CBOD e oxigênio dissolvido.

No processo de simulação, do módulo de qualidade da água, deve ser considerada uma atividade prévia de calibragem do modelo hidrodinâmico, cujos módulos operam de forma integrada.

O modelo admite como dados de entrada, parâmetros de natureza climática, temperatura da água, nutrientes fosfatados e nitrogenados e constituintes arbitrários.

Nos processos cinéticos advectivos e de transformações dos constituintes bioquímicos, o curso d’água é tratado com reator de mistura completa, sendo cada compartimento limitado pelos volumes formados pelos pares de seções a montante e a jusante, conforme apresentado na Figura 3-1.

No processo de simulação considerou-se o escoamento do tipo permanente representativo de uma condição hidrológica média ( $Q_{MLT}$ ) e vazão de seca associada a 50% da  $Q_{98\%}$ , caracterizadas por afluências aportadas na porção mais a montante do rio Canoas próximo as suas cabeceiras, e afluências laterais distribuídos ao longo de todo o seu percurso até sua foz no Rio Uruguai.

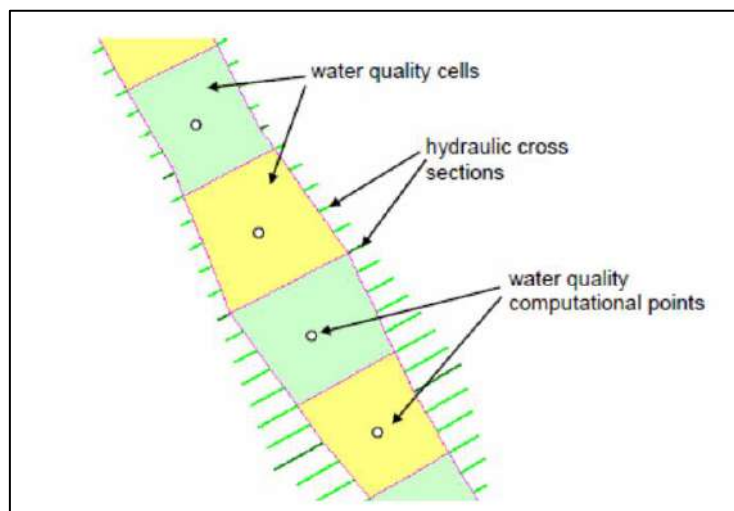


Figura 3-1: Células de Qualidade de Água e Seções Transversais no HEC-RAS.

Fonte: HEC-RAS 4.1 User's Manual.

## 4. PREPARAÇÃO DA BASE DE DADOS DE ENTRADA

A preparação da base de dados de entrada da modelagem matemática integra dados característicos físicos e operacionais dos reservatórios e dados dos levantamentos topobatimétricos de seções transversais de todo o trecho do rio Canoas, formalizadas por meio de levantamentos topobatimétricos de seções transversais e de seções obtidas a partir de restituições aerofotogramétricas da área de interesse, fornecidas pelo Contratante.

Neste propósito, consideram-se também a definição do esquema topológico a ser adotado na modelagem matemática, a definição dos hidrogramas de cheias de projeto, as regras operacionais e curvas de descarga dos aproveitamentos.

### 4.1. Definição do Esquema Topológico da Modelagem Matemática

O leito é caracterizado por trecho com elevada declividade na região de cabeceiras, atingindo valores próximo de 0,5%, seguido por um trecho de baixa declividade, em sua porção média, até o eixo de implantação da PCH Ado Propinhak. Deste ponto em diante, por cerca de 150 km, segue em uma sucessão de pequenas quedas e corredeiras localizadas e trechos, relativamente, planos, que confere uma declividade média de cerca de 0,1 % e, onde, atualmente, opera a UHE Campos Novos, apresenta-se novamente com forte declividade, com queda bruta de 180 m. A jusante de Campos Novos, até sua foz volta a ter declividade bastante baixa.

Na Figura 4-1 é apresentada a configuração do perfil longitudinal do rio Canoas, onde podem ser verificadas as variações de declividade da calha de escoamento.

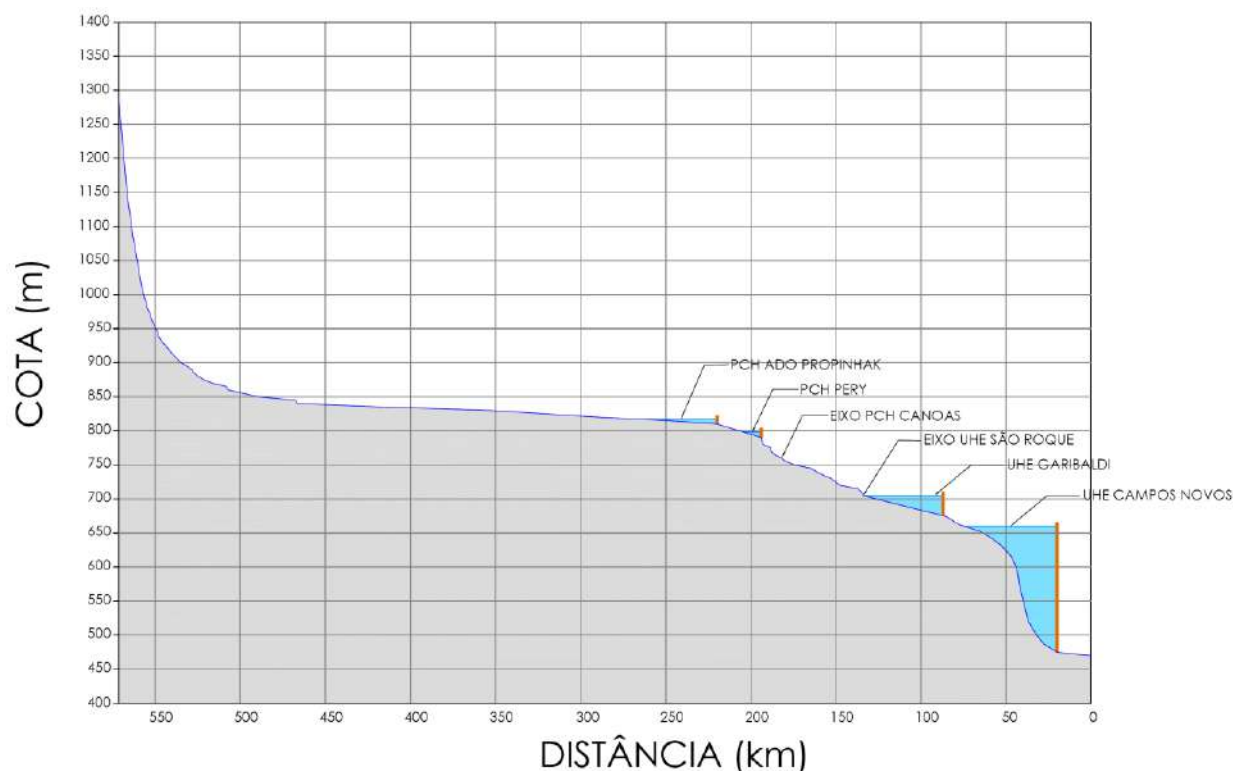


Figura 4-1: Rio Canoas – Perfil longitudinal

O trecho do rio Canoas modelado abrange um percurso de 551,5 km e a morfologia da calha de escoamento e áreas laterais anexas de extravasamento foi configurada por meio de 86 seções e seis reservatórios existentes e propostos ao longo deste percurso.



Da Figura 4-2 à Figura 4-7, apresenta-se a planta da bacia do Rio Canoas, com a indicação do seu curso e localização das seções topobatimétricas utilizadas nos estudos de modelagem matemática.



Figura 4-2: Localização das seções 1/6

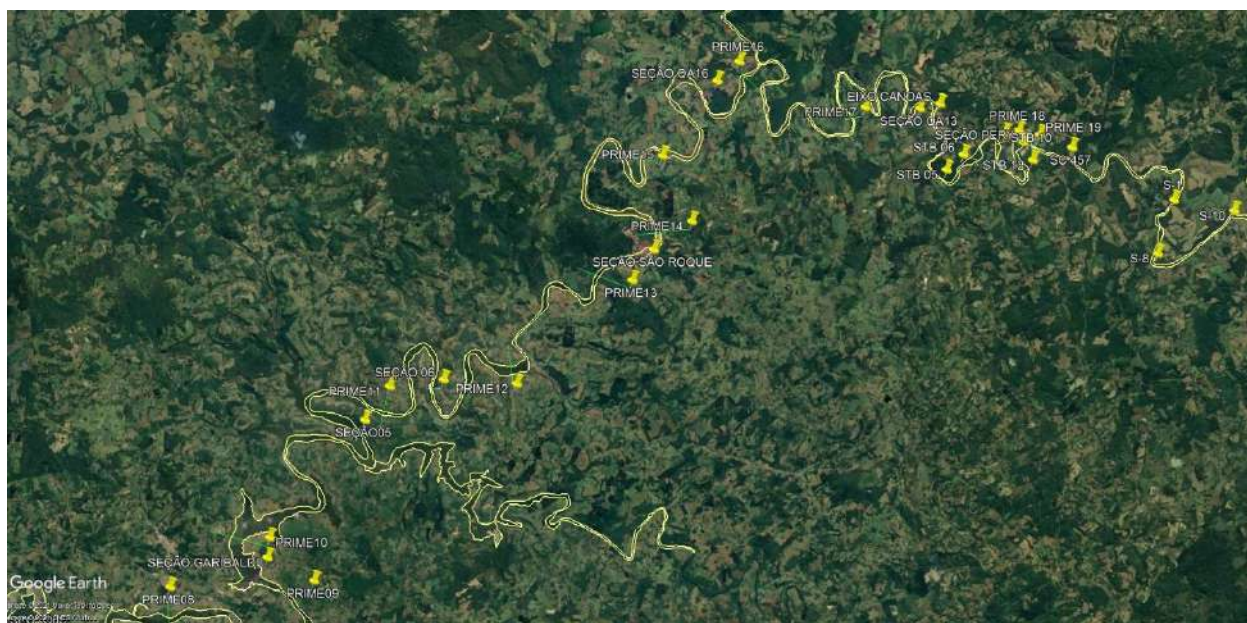


Figura 4-3: Localização das seções 2/6



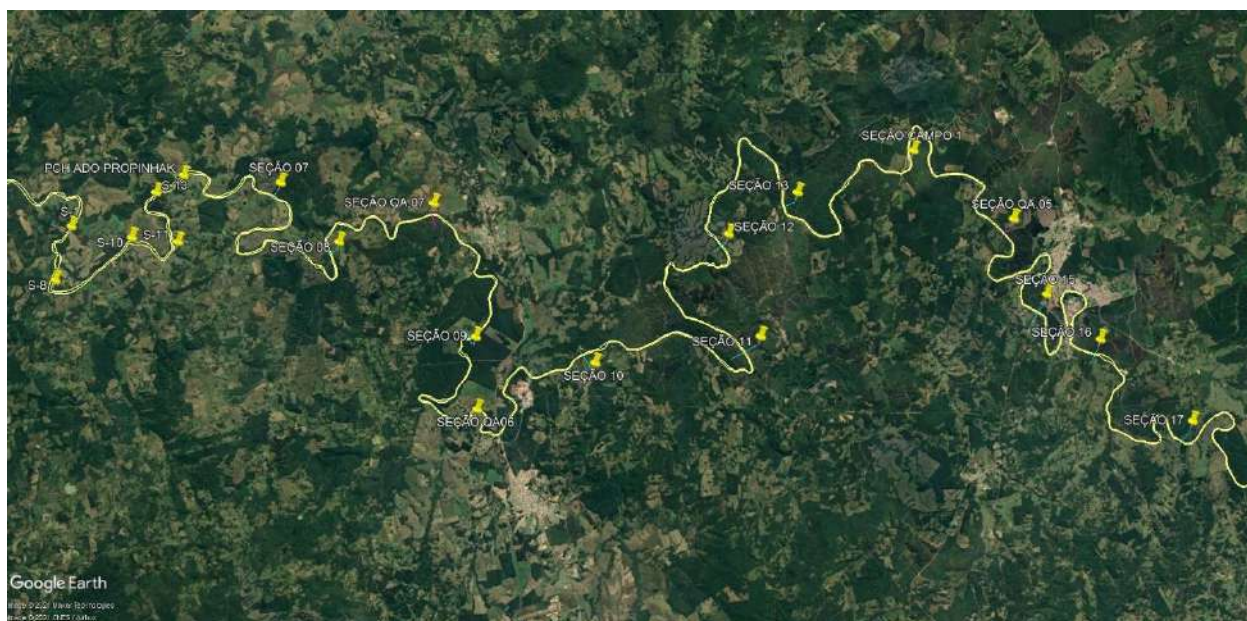


Figura 4-4: Localização das seções 3/6

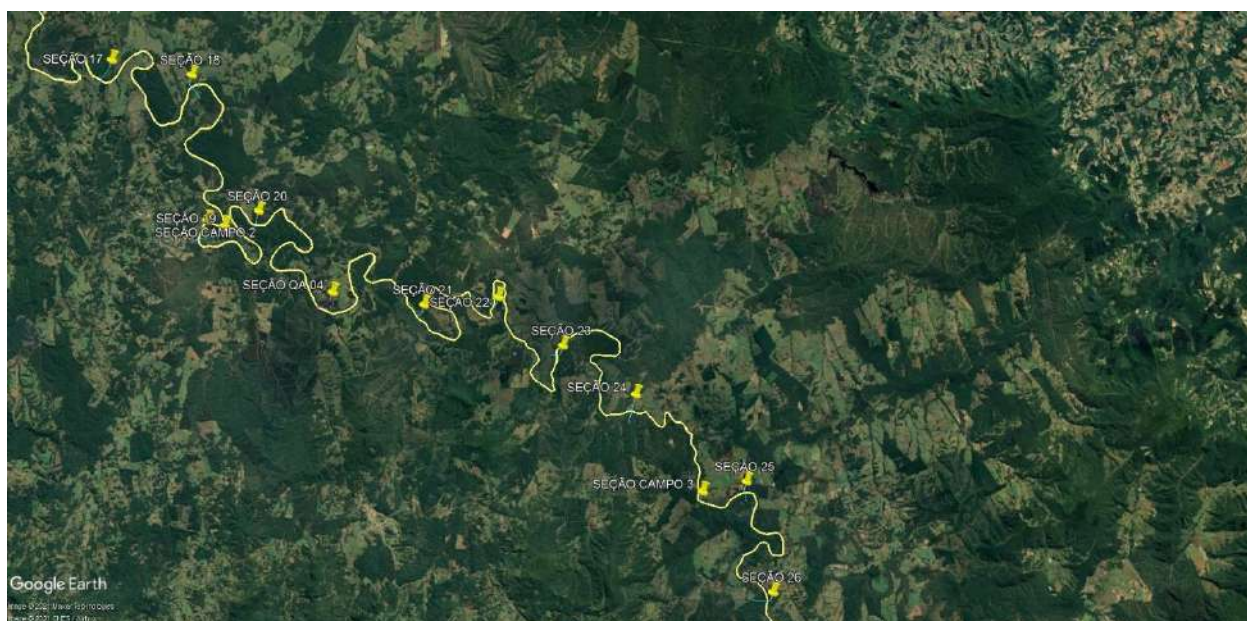


Figura 4-5: Localização das seções 4/6



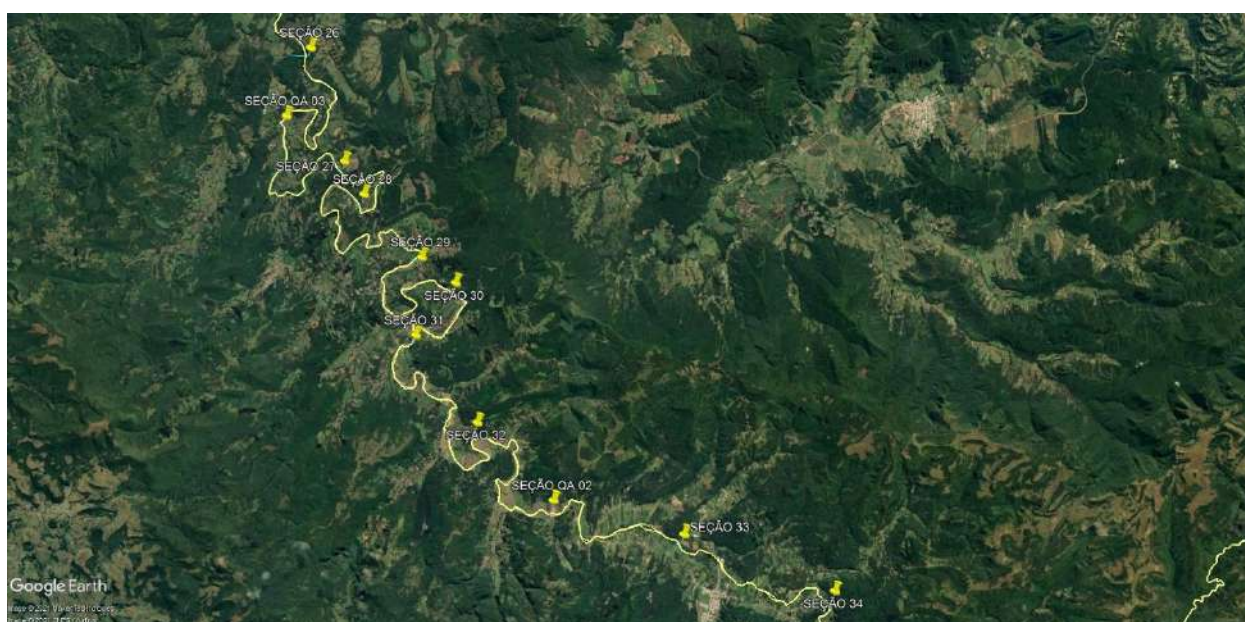


Figura 4-6: Localização das seções 5/6

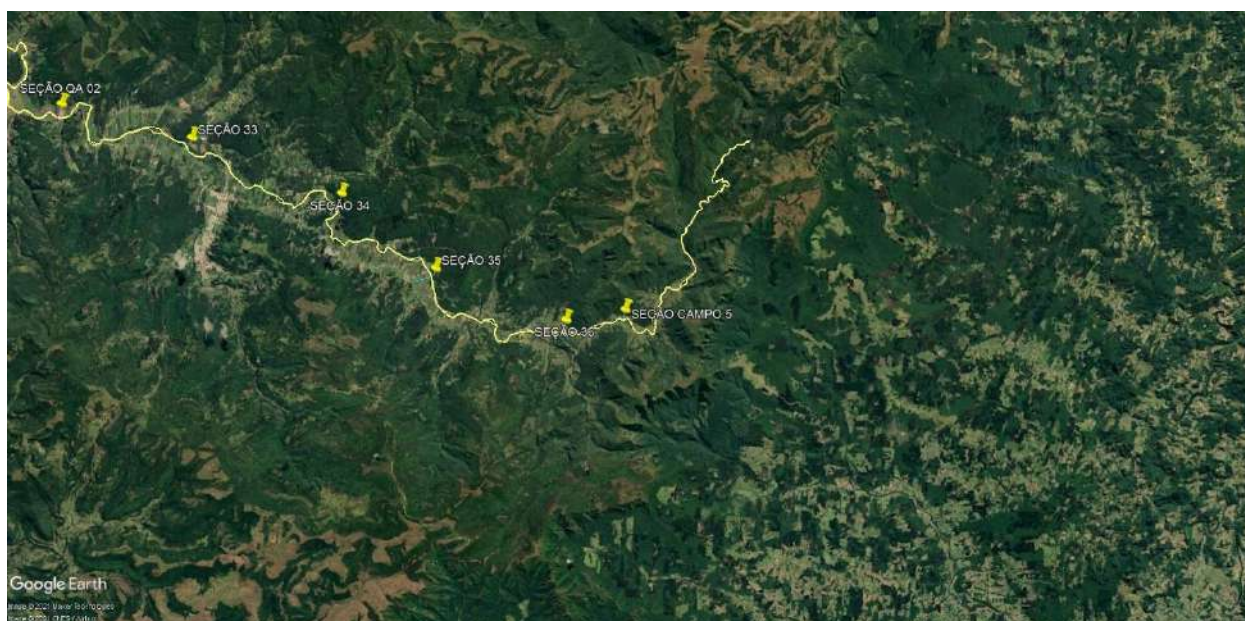


Figura 4-7: Localização das seções 6/6

Na Tabela 4-1 é apresentado o posicionamento relativo das seções topobatimétricas, indicando o estaqueamento com distância referenciada na confluência com o rio Uruguai, a cota de fundo do álveo, a distância entre seções e a declividade de cada trecho de rio entre seções acompanhando o alinhamento do rio Canoas.

Tabela 4-1: Posicionamento Relativo das Seções Topobatimétricas

Seção	Estaqueamento (m)	Cota de Fundo (m)	Distância entre Seções (m)	Declividade
SEÇÃO 5-Campo	551.513	963,0	11.505	0,45%
SEÇÃO 35	540.008	911,1	8.063	0,19%
SEÇÃO 34	531.945	896,1	8.843	0,23%
SEÇÃO 33	523.102	876,1	8.523	0,12%
QA02	514.579	866,1	8.666	0,12%
SEÇÃO 32	505.913	856,1	3.138	0,04%
Interpolada	502.775	854,8	3.138	0,04%
Interpolada	499.637	853,6	3.138	0,04%
Interpolada	496.499	852,3	3.138	0,04%
SEÇÃO 31	493.361	851,1	2.294	0,15%
SEÇÃO 4-Campo	491.067	847,7	2.725	0,06%
SEÇÃO 30	488.342	846,1	4.213	0,00%
Interpolada	484.129	846,1	4.213	0,00%
SEÇÃO 29	479.916	846,1	12.196	0,04%
SEÇÃO 28	467.720	841,1	5.135	0,10%
SEÇÃO 27	462.585	836,1	8.666	0,00%
QA03	453.919	836,1	9.514	0,00%
SEÇÃO 26	444.405	836,1	11.845	0,02%
SEÇÃO 3-Campo	432.560	833,5	7.184	0,00%
SEÇÃO 24	425.376	836,1	4.758	0,05%
Interpolada	420.618	833,6	4.757	0,05%
SEÇÃO 23	415.861	831,1	9.514	0,00%
SEÇÃO 22	406.347	831,1	9.515	0,00%
SEÇÃO 21	396.832	831,1	9.514	0,00%
QA04	387.318	831,1	17.443	0,00%
SEÇÃO 2-Campo	369.875	831,1	995	0,11%
SEÇÃO 19	368.880	830,0	11.049	0,04%
SEÇÃO 18	357.831	826,1	9.830	0,00%
SEÇÃO 17	348.001	826,1	9.829	0,00%
SEÇÃO 16	338.172	826,1	9.829	0,05%
SEÇÃO 15	328.343	821,1	9.829	0,00%
QA05	318.514	821,1	10.093	0,00%
SEÇÃO 1-Campo	308.421	821,1	9.218	0,00%



Seção	Estaqueamento (m)	Cota de Fundo (m)	Distância entre Seções (m)	Declividade
SEÇÃO 13	299.203	821,1	9.656	0,00%
SEÇÃO 12	289.547	821,1	9.656	0,05%
SEÇÃO 11	279.891	816,1	4.828	0,00%
Interpolada	275.063	816,1	4.827	0,00%
SEÇÃO 10	270.236	816,1	9.656	0,00%
QA06	260.580	816,1	7.956	0,06%
SEÇÃO 09	252.624	811,1	6.026	0,00%
QA07	246.598	822,1	9.238	0,12%
SEÇÃO 08	237.360	811,1	17.478	0,03%
PCH ADO POPINHAK	219.882	806,1	1.449	0,60%
S-13	218.433	797,3	3.191	0,10%
S-11	215.242	794,0	2.627	0,00%
S-10	212.615	799,5	4.207	0,07%
S-8	208.408	796,5	3.084	0,18%
S-1- QA09	205.324	790,8	8.766	0,00%
SC-457	196.558	793,0	2.725	0,00%
PCH PERY	193.833	796,1	108	1,86%
PRIME18 - QA10	193.725	794,0	930	1,62%
STB12	192.795	779,0	2.971	0,11%
STB10	189.824	775,7	2.446	0,43%
STB06	187.378	765,2	1.422	0,14%
STB05	185.956	763,2	4.050	0,18%
PCH CANOAS	181.906	756,1	1.889	0,00%
QA13	180.017	756,1	5.136	0,12%
Interpolada	174.881	750,1	5.136	0,12%
PRIME17	169.745	744,0	11.764	0,09%
PRIME16	157.981	734,0	3.653	0,08%
QA16	154.328	731,1	8.291	0,18%
PRIME15	146.037	716,0	10.833	0,06%
PRIME14	135.204	710,0	874	0,46%
UHE SÃO ROQUE	134.330	706,1	2.924	0,21%
PRIME13	131.406	700,0	8.411	0,07%
PRIME12	122.995	694,0	6.781	0,04%
SEÇÃO 06	116.214	691,1	6.782	0,07%

Seção	Estaqueamento (m)	Cota de Fundo (m)	Distância entre Seções (m)	Declividade
PRIME11	109.432	686,0	6.888	0,00%
SEÇÃO 05	102.544	686,1	13.776	0,09%
PRIME10	88.768	674,0	1.791	0,00%
UHE GARIBALDI	86.977	676,1	2.488	0,32%
PRIME09	84.489	668,0	6.551	0,11%
SEÇÃO 04	77.938	661,1	6.552	0,14%
PRIME08	71.386	652,0	4.485	0,00%
QA19	66.901	656,1	5.833	0,00%
SEÇÃO 03	61.068	656,1	5.834	0,37%
PRIME07	55.234	634,5	7.250	0,00%
SEÇÃO 02	47.984	656,1	7.251	0,00%
SEÇÃO 01	40.733	656,1	7.250	2,15%
PRIME06	33.483	500,0	9.587	0,13%
PRIME05	23.896	487,5	3.156	0,52%
UHE CAMPOS NOVOS	20.740	471,1	845	0,00%
PRIME04	19.895	472,0	3.620	0,00%
PRIME03	16.275	472,0	8.797	0,05%
PRIME02 - QA20	7.478	468,0	7.362	4,61%
PRIME01	116	129,0	116	4,61%

Na preparação da base de dados de entrada do modelo matemático, algumas seções transversais tiveram os terrenos laterais de suas margens estendidas visando alcançar as cotas de inundação geradas pelos picos das ondas de cheias.

## 4.2. Hidrogramas de Cheias de Projeto

Para a definição dos hidrogramas de cheias, ao longo do rio Canoas, foram feitos a identificação de postos operados ao longo do rio, transposição de dados dos postos para os pontos de interesse e estudos estatísticos de eventos extremos para estes locais.

### 4.2.1. Dados Básicos

Foram utilizados dados de postos fluviométricos oficiais instalados no próprio rio. A pesquisa, tanto das estações disponíveis, quanto das séries históricas de dados foi realizada no banco de dados virtual da ANA, o Hidroweb.

A Tabela 4-2 apresenta as principais características das estações selecionadas. Buscou-se adotar para os estudos estações com boa variabilidade espacial e distribuídas ao longo do curso do rio Canoas, conforme ilustrado na Figura 4-8.

Tabela 4-2: Estações Fluviométricas Seleccionadas

Código	Nome	Rio	Operadora	Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	Latitude	Longitude
71200000	Vila Canoas	Canoas	CPRM	1.010	27,8028	49,7786
71300000	Rio Bonito	Canoas	CPRM	2.000	27,7022	49,8400
71350000	Encruzilhada	Canoas	ANA	3.230	27,5003	50,1331
71383000	Ponte Alta do Sul	Canoas	CPRM	4.610	27,4858	50,3917
71550000	Passo Caru	Canoas	ANA	10.000	27,5381	50,8600
71800000	Colônia Santana	Canoas	ANA	13.200	27,6500	51,0500
71840000	UHE Campos Novos Barramento	Canoas	Enercan	14.433	27,6064	51,3256

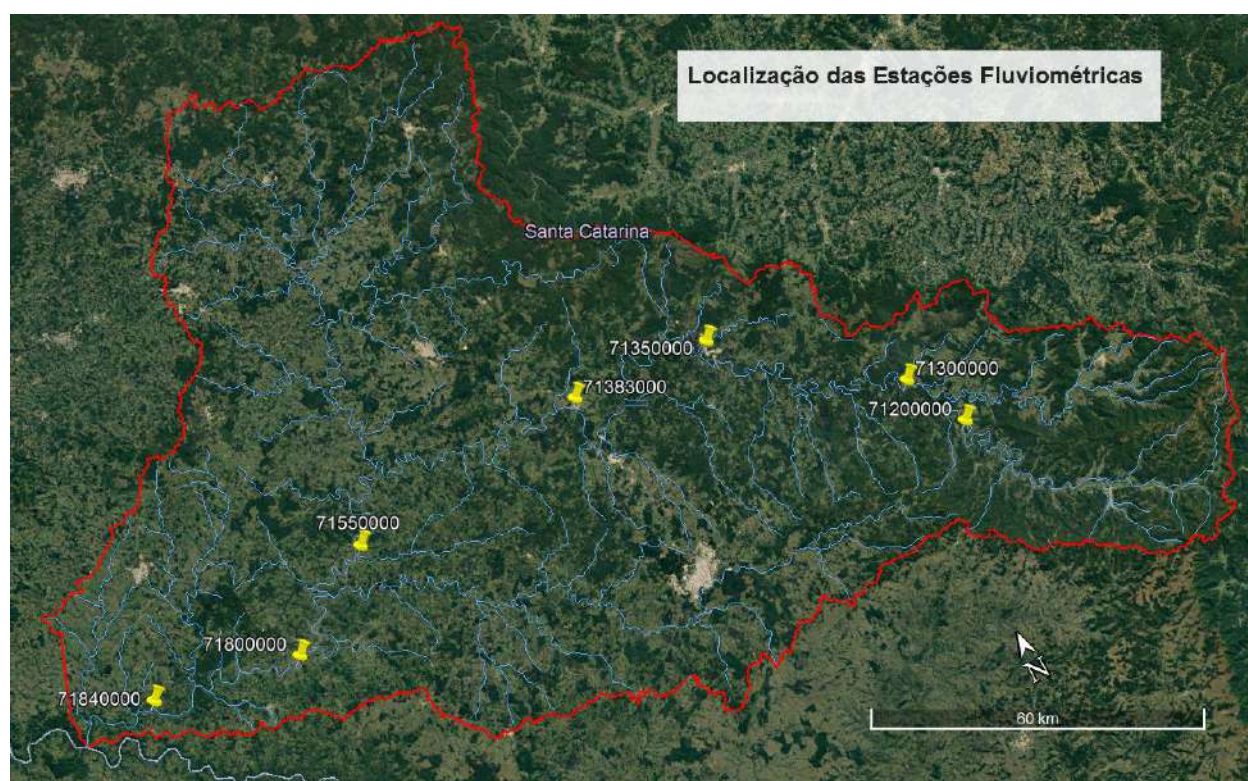


Figura 4-8: Estações Fluviométricas Seleccionadas para os Estudos

Os dados de vazões das estações foram obtidos diretamente do Hidroweb, priorizando-se sempre os dados consistidos pela agência, quando disponíveis. A Tabela 4-3 apresenta o período e a natureza das séries de vazões disponíveis em cada estação fluviométrica.

Tabela 4-3: Período e Natureza dos Dados Disponíveis em Cada Estação Fluviométrica

Código	Nome	Dados Consistidos	Dados Brutos
71200000	Vila Canoas	06/1957 - 12/2014	01/2015 - 07/2020
71300000	Rio Bonito	03/1942 - 12/2014	01/2015 - 01/2020
71350000	Encruzilhada	09/1951 - 12/1985	-

Código	Nome	Dados Consistidos	Dados Brutos
71383000	Ponte Alta do Sul	11/1956 - 12/2014	01/2015 - 01/2018
71550000	Passo Caru	01/1951 - 03/2013	-
71800000	Colônia Santana	01/1964 - 02/1985	-
71840000	UHE Campos Novos Barramento	01/1995 - 12/2014	-

Para caracterização do regime sazonal da região, foram avaliadas as vazões médias mensais adimensionalizadas pela MLT de algumas das estações selecionadas. Com o intuito de conferir maior coerência na comparação, foi considerado apenas o período em comum de dados entre as séries históricas.

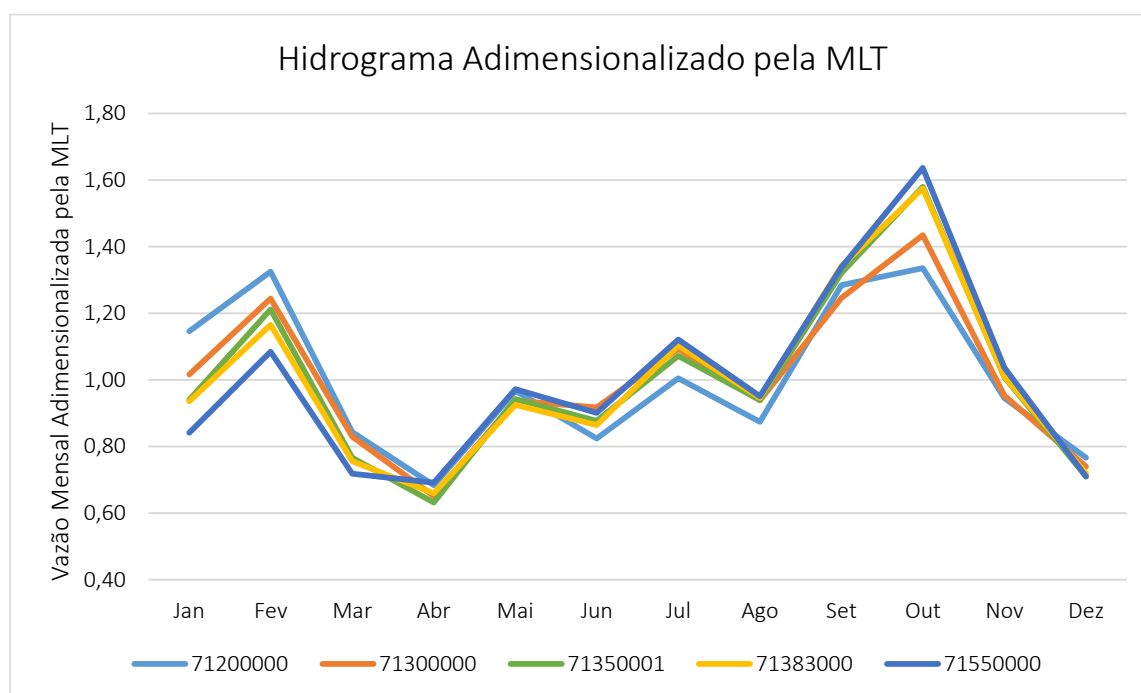


Figura 4-9: Hidrograma Adimensionalizado pela MLT

Nota-se que as mínimas anuais concentram-se nos meses de março e abril, enquanto as vazões médias mensais mais altas ocorrem em outubro.

Para uma análise quantitativa da produção hídrica na bacia, foram avaliadas as vazões históricas consistidas da estação Passo Caru. Escolheu-se a estação Passo Caru por estar no terço inferior da bacia e ainda sem interferência de reservatórios de regularização.

Na Tabela 4-4 são apresentados os dados das vazões médias mensais expressa em  $m^3/s$  e produtividade hídrica expressa em  $L/s/km^2$  compilado com base no histórico observado. Na Figura 4-10 apresenta-se o respectivo histograma retratando a distribuição mensal das vazões ao longo do ano.

Tabela 4-4: Vazão Médias Mensais – Estação: Passo Caru

Mês	Vazão	
	( $m^3/s$ )	( $L/s/km^2$ )
Jan	204,2	20,42
Fev	265,2	26,52
Mar	210,2	21,02

Mês	Vazão	
	(m <sup>3</sup> /s)	(L/s/km <sup>2</sup> )
Abr	168,4	16,84
Mai	215,7	21,57
Jun	227,5	22,75
Jul	300,1	30,01
Ago	301,6	30,16
Set	368,3	36,83
Out	397,1	39,71
Nov	284,5	28,45
Dez	198,9	19,89
Ano	263,3	26,33

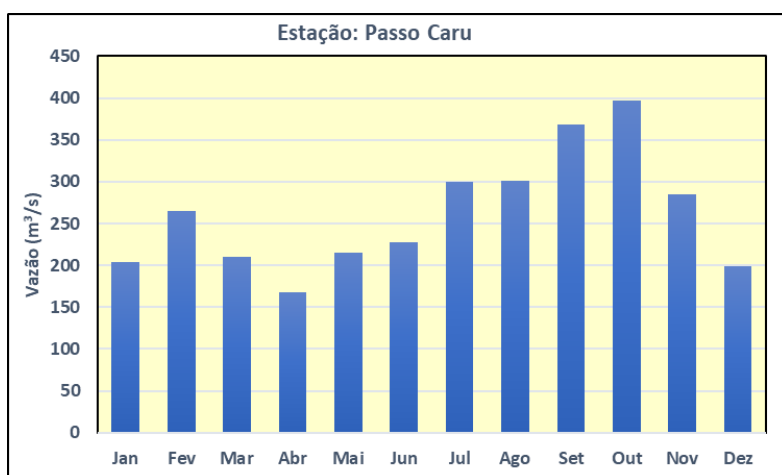


Figura 4-10: Vazão Médias Mensais – Estação: Passo Caru

O padrão sazonal de escoamento apura um período de vazões máximas abrangendo os meses de setembro e outubro com vazões médias variando entre 368 m<sup>3</sup>/s e 397 m<sup>3</sup>/s.

O período mais seco do ano está compreendido entre os meses de março e maio, com mínimas observadas geralmente no mês de abril, com 168 m<sup>3</sup>/s.

O padrão intenso da chuva incidente na bacia do rio Canoas combinado com a distribuição anual bimodal da precipitação afere uma elevada vazão específica e um comportamento sazonal de escoamento pouco acentuado ao longo do ano.

#### 4.2.2. Cálculo das Cheias de Projeto

A partir das séries de vazões históricas de cada estação, foram aplicadas às cheias máximas anuais (ano hidrológico normal) distribuições de probabilidades visando a estimativa de valores extremos com maiores períodos de recorrência.

Para seleção da distribuição de probabilidades a ser empregada seguiu-se a recomendação da ELETROBRÁS, constante no “Guia Para Cálculo de Cheia de Projeto de Vertedores” (1987), que preconiza a utilização da distribuição de Gumbel para séries com assimetria inferior a 1,5, e distribuição exponencial para assimetrias superiores a 1,5.



Calculadas as vazões extremas para cada estação, os valores para cada ponto de interesse foram inferidos a partir de curvas de regionalização traçadas para cada tempo de retorno considerando a cheia estimada de cada estação e as respectivas áreas de drenagem.

#### 4.2.3. Hidrogramas de Cheia

As ondas de cheias de projeto foram formalizadas a partir da conceituação do Hidrograma Unitário Curvilíneo (HUC), estabelecido de acordo com os procedimentos preconizados pelo Soil Conservation Service (SCS), conforme esquematizado na Figura 4-11.

Baseado nesta conceituação, foram elaborados hidrogramas de ondas de cheias associadas às condições hidrológicas referentes às vazões de longo termo ( $Q_{MLT}$ ) e associadas as recorrências de 100 anos ( $Q_{100}$ ) e 1.000 anos ( $Q_{1.000}$ ).

As vazões de referência consideradas na composição dos hidrogramas foram baseadas em dados de estações fluviométricas representativos existentes no curso do rio Canoas.

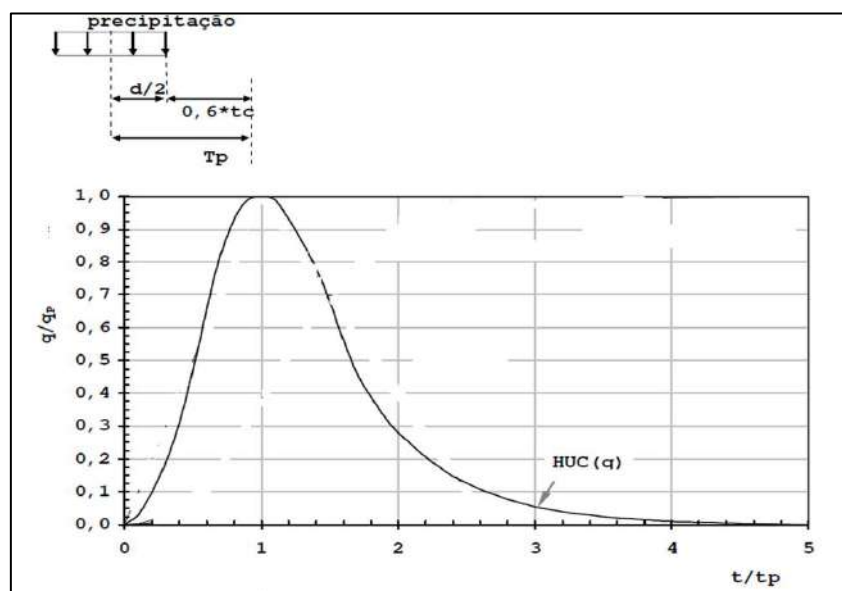


Figura 4-11: Hidrograma Unitário Curvilíneo – Soil Conservation Service

Onde:

- $t_p$  (tempo de pico): Intervalo de tempo entre o início da subida do hidrograma e a passagem da vazão máxima.
- $t_c$  (tempo de concentração da bacia): Tempo necessário para a primeira gota da precipitação de projeto atinja o ponto exutório da bacia considerada.
- $d$  (duração): Duração da chuva de projeto.
- $t_b$  (tempo de base): Intervalo de tempo necessário para a passagem do hidrograma completo provocado por uma dada precipitação. Para o caso do HUC, considerado igual a  $5 * t_p$ .

Conforme apontado no U.S.A. – Federal Highway Administration. Hydraulic Engineering – circular nº 22, third edition, o tempo de pico pode ser estimado em, aproximadamente,  $t_p = 2/3 * t_c$ , portanto para  $t_p = d/2 + 0,6 * t_c$ , temos  $d \sim 0,2 * t_c$ .

Nestas estimativas adotou-se o valor  $t_p = 0,2 * t_c/2 + 0,6 * t_c = 0,7 * t_c$ .

Na Tabela 4-5 são apresentadas as ordenadas e abscissas do Hidrograma Unitário Curvilíneo Adimensional.



Tabela 4-5: Hidrograma Unitário Curvilíneo Adimensional – SCS

$t/t_p$	$Q/Q_p$	$t/t_p$	$Q/Q_p$
0,0	0,000	1,6	0,560
0,1	0,030	1,7	0,460
0,2	0,100	1,8	0,390
0,3	0,190	1,9	0,330
0,4	0,310	2,0	0,280
0,5	0,470	2,2	0,207
0,6	0,660	2,4	0,147
0,7	0,820	2,6	0,107
0,8	0,930	2,8	0,077
0,9	0,990	3,0	0,055
1,0	1,000	3,2	0,040
1,1	0,990	3,4	0,029
1,2	0,930	3,6	0,021
1,3	0,860	3,8	0,015
1,4	0,780	4,0	0,011
1,5	0,680	4,5	0,005
1,6	0,560	5,0	0,000

Para que uma dada precipitação produza a máxima vazão no ponto exutório, sua duração deverá ser maior ou igual ao tempo de concentração da bacia, portanto,  $t_p = d/2 + 0,6 * t_c$  resulta  $t_p = 1,1 * t_c$ .

Os tempos de concentração foram determinados pela fórmula de Kirpich.

$$t_c = 57 * (L^3/\Delta H)^{0,385}$$

Onde:

- $t_c$  = tempo de concentração da bacia, em minutos.
- L = comprimento do talvegue desde a nascente até o ponto de interesse em quilômetro.
- $\Delta H$  = desnível entre a nascente e ponto de interesse em metro.

Em cada ponto de interesse, a vazão mínima  $Q_{98\%}$ , foi considerada como vazão de base.

Nas Tabela 4-6; Tabela 4-7 e Tabela 4-8 são apresentados os resultados dos parâmetros considerados na construção dos hidrogramas nos diversos pontos de coleta de amostras de qualidade da água e, na

Tabela 4-9, os parâmetros referentes aos eixos dos barramentos implantados e previstos, ao longo do rio Canoas.

Tabela 4-6: Hidrogramas de Vazões nos Pontos de Amostragem 1/3

Parâmetro	QA1	QA2	QA4	QA5	QA6	QA7
AD (km <sup>2</sup> )	70	610	2.570	3.230	4.410	4.610
Q <sub>98%</sub> (m <sup>3</sup> /s)	0,5	3,3	12,2	15,0	19,9	20,7
QMLT (m <sup>3</sup> /s)	3	20	72	89	117	122
Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /s)	23	215	1.011	1.296	1.821	1.912
Q <sub>1000</sub> (m <sup>3</sup> /s)	29	283	1.354	1.742	2.458	2.582
TALVEGUE (m)	14.228	56.841	184.102	252.906	310.840	326.752
DH (m)	283,1	418,9	455,1	463,1	471,3	473,5
T <sub>c</sub> (h)	2,3	9,9	37,2	53,3	67,2	71,1
T <sub>p</sub> (h)	1,6	6,9	26,0	37,3	47,0	49,7

Tabela 4-7: Hidrogramas de Vazões nos Pontos de Amostragem 2/3

Parâmetro	QA8	QA9	QA10	QA11	QA12	QA13
AD (km <sup>2</sup> )	5.320	5.500	5.650	5.650	5.650	5.650
Q <sub>98%</sub> (m <sup>3</sup> /s)	23,6	24,3	24,9	24,9	24,9	24,9
QMLT (m <sup>3</sup> /s)	139	143	147	147	147	147
Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /s)	2.237	2.320	2.389	2.389	2.389	2.389
Q <sub>1000</sub> (m <sup>3</sup> /s)	3.026	3.140	3.235	3.235	3.235	3.235
TALVEGUE (m)	351.526	366.329	377.703	382.706	388.246	391.403
DH (m)	478,0	489,1	497,7	512,3	526,3	531,9
T <sub>c</sub> (h)	77,0	80,1	82,4	82,7	83,3	83,7
T <sub>p</sub> (h)	53,9	56,1	57,7	57,9	58,3	58,6

Tabela 4-8: Hidrogramas de Vazões nos Pontos de Amostragem 3/3

Parâmetro	QA14	QA16	QA17	QA18	QA19	QA20
AD (km <sup>2</sup> )	5.820	9.770	10.040	10.100	13.100	14.550
Q <sub>98%</sub> (m <sup>3</sup> /s)	25,6	40,9	41,9	42,1	53,3	58,6
QMLT (m <sup>3</sup> /s)	151	241	247	249	315	346
Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /s)	2.468	4.366	4.499	4.529	6.038	6.783
Q <sub>1000</sub> (m <sup>3</sup> /s)	3.344	5.955	6.140	6.181	8.269	9.302
TALVEGUE (m)	410.770	417.092	434.945	443.140	504.519	560.997
DH (m)	548,8	556,2	574,3	586,6	634,3	815,7
T <sub>c</sub> (h)	87,4	88,5	91,8	93,0	104,9	107,6
T <sub>p</sub> (h)	61,2	62,0	64,3	65,1	73,4	75,3

Tabela 4-9: Hidrogramas de Vazões nos Eixos dos Aproveitamentos

Parâmetro	UHE Campos Novos	UHE Garibaldi	UHE São Roque	PCH Canoas	PCH Pery	PCH Ado Popinhak
AD (km <sup>2</sup> )	14.430	13.040	10.040	5.660	5.600	5.330
Q <sub>98%</sub> (m <sup>3</sup> /s)	58,2	53,1	41,9	24,9	24,7	23,6
QMLT (m <sup>3</sup> /s)	343	313	247	147	146	139
Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /s)	6.721	6.008	4.499	2.394	2.366	2.241
Q <sub>1000</sub> (m <sup>3</sup> /s)	9.216	8.226	6.140	3.242	3.203	3.032
TALVEGUE (m)	550.680	484.443	437.090	389.514	377.587	351.538
DH (m)	811,7	612,2	580,7	527,8	497,6	478,0
T <sub>c</sub> (h)	105,5	101,4	91,9	83,5	82,4	77,0
T <sub>p</sub> (h)	73,9	71,0	64,4	58,4	57,7	53,9

### 4.3. Regras Operacionais e Curvas de Descarga dos Vertedores

Para as simulações da propagação das cheias ao longo da calha do rio Canoas, foram considerados os modos de operação dos vertedouros de cada um destes aproveitamentos, cujas características são apresentadas nos itens a seguir.

Para os aproveitamentos dotados apenas de vertedouros controlados, foram considerados o nível máximo operacional e a capacidade máxima de vertimento, previstos em projeto e, para aqueles dotados de vertedouros com soleira livre, será apresentada a curva de descarga dos extravasores e os consequentes níveis operacionais.

#### 4.3.1. PCH Ado Popinhak

A PCH Ado Popinhak conta com um vertedouro de soleira livre; um vertedouro controlado por comportas do tipo taipa e um descarregador de fundo.

O vertedouro de soleira livre tem crista na cota 817,0 m, com 89,5 m de comprimento, o controlado tem soleira com comprimento de 47,9 m, na cota 816,0 m, com comportas tipo taipa, com 1,85 m de altura, dividida em dois seguimentos iguais, com abertura automática na cota de 818,2 m, para o primeiro trecho, e na cota 818,4 m, para o segundo.

Na Tabela 4-10 é apresentada a capacidade de descarga teórica do conjunto de vertedouros com soleiras livre e controladas por taipas.

Tabela 4-10: PCH Ado Popinhak – Curva de Descarga dos Vertedouros de Superfície.

Cota (m)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)			
	Soleira livre	Taipa 1	Taipa 2	Total
817,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Cota (m)	Vazão (m³/s)			
	Soleira livre	Taipa 1	Taipa 2	Total
817,2	21,2	0,0	0,0	21,2
817,4	37,4	0,0	0,0	37,4
817,6	58,7	0,0	0,0	58,7
817,8	85,5	0,0	0,0	85,5
818,0	118,1	0,0	0,0	118,1
818,2	156,5	0,0	0,0	156,5
818,4	201,0	0,0	0,0	201,0
818,6	251,7	0,0	0,0	251,7
818,8	308,9	0,0	0,0	308,9
819,0	372,7	0,0	0,0	372,7
819,2	443,2	0,0	0,0	443,2
819,4	520,5	0,0	0,0	520,5
819,6	604,8	344,9	0,0	949,7
819,8	696,2	378,4	0,0	1.074,6
820,0	794,8	413,3	0,0	1.208,0
820,2	900,7	449,4	449,4	1.799,4
820,4	1.013,9	486,7	486,7	1.987,4
820,6	1.134,7	525,3	525,3	2.185,4
820,8	1.263,1	565,2	565,2	2.393,4
821,0	1.399,2	606,2	606,2	2.611,6
821,2	1.543,1	648,4	648,4	2.839,9
821,4	1.694,8	691,8	691,8	3.078,5
821,6	1.854,5	736,4	736,4	3.327,3
821,8	2.022,2	782,2	782,2	3.586,5
822,0	2.198,0	829,0	829,0	3.856,1

#### 4.3.2. PCH Pery

A PCH Pery é dotada de um vertedouro de soleira livre, de pequena altura, que barra o rio Canoas em toda sua largura. A soleira vertente tem 212,5 m de extensão, com crista na cota 798,48 m e as barragens de fechamento têm crista na cota 802,06 m.

Por ser uma estrutura projetada e implantada há muito tempo, não se dispõem de dados precisos da geometria do vertedouro e, em função desta limitação, para a determinação de sua curva de descarga, conservadoramente, admitiu-se coeficiente de descarga constante, igual a  $2,0 \text{ m}^{0,5}/\text{s}$ , e de contração na aproximação ( $k_a$ ) igual a 0,2.

Para estas condições é apresentada na Tabela 4-11 a curva de descarga do vertedouro da PCH Pery.

Tabela 4-11: PCH Pery – Curva de descarga do vertedouro

Cota (m)	Vazão (m³/s)
798,4	0
798,6	30,8
798,8	89,9
799,0	171,6
799,2	273,0
799,4	392,2
799,6	535,6
799,8	677,9
800,0	835,1
800,2	1.006,9
800,4	1.193,2
800,6	1.393,5
800,8	1.607,8
801,0	1.835,9
801,2	2.077,5
801,4	2.332,4
801,6	2.600,7
801,8	2.882,0
802,0	3.176,4
802,2	3.483,6
802,4	3.803,5
802,6	4.136,1
802,8	4.481,2
803,0	4.838,7

#### 4.3.3. PCH Canoas

De acordo com o projeto básico da PCH Canoas, este barramento terá um vertedouro de soleira livre, com 140 m de comprimento e crista na cota 780,0 m, dimensionado para uma carga de projeto de 3,01 m, e um vertedouro controlado por comportas segmento de 8,0 m x 14,8 m (L x H), com perfil vertente tipo Creager e soleira na cota 763,0 m. Na Tabela 4-12 é apresentada a curva de descarga do conjunto, conforme previsto em projeto.

Tabela 4-12: PCH Canoas – Curva de descarga dos vertedouros

Cota (m)	Vazões (m³/s)		Vazão total (m³/s)
	Soleira livre	Controlado	
780,0	0,0	0,0	0,0
780,5	91,0	0,0	91,0

Cota (m)	Vazões (m³/s)		Vazão total (m³/s)
	Soleira livre	Controlado	
780,5	91,0	2.368,1	2.459,2
781,0	270,3	2.481,2	2.751,5
781,5	515,7	2.593,2	3.108,9
782,0	820,8	2.707,2	3.528,1
782,5	1.178,5	2.824,5	4.003,0
783,0	1.585,2	2.943,3	4.528,5
783,5	2.040,0	3.070,3	5.110,3
784,0	2.541,2	3.195,7	5.737,0

#### 4.3.4. UHE São Roque

A UHE São Roque, atualmente em construção, de acordo com seu projeto contará com um vertedouro de soleira livre, com 390 m de extensão e cota de coroamento 760,0 m, dimensionado para carga nominal de 3,84 m e garantir a passagem da cheia máxima provável no local, com uma sobrelevação máxima no reservatório de 5,91 m.

Na Tabela 4-13 é apresentado a curva de descarga do vertedouro, conforme prevista em projeto.

Tabela 4-13: UHE São Roque – Curva de descarga do vertedouro

Cota (m)	Vazão (m³/s)
760,0	0
760,2	20,5
760,4	82,3
760,6	185,4
760,8	329,8
761,0	515,6
761,2	742,8
761,4	1.011,5
761,6	1.321,5
761,8	1.673,1
762,0	2.066,1
762,2	2.500,5
762,4	2.976,5
762,6	3.494,0
762,8	4.052,9
763,0	4.653,4
763,2	5.295,4
763,4	5.978,9



Cota (m)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
763,6	6.704,0
763,8	7.470,6
764,0	8.278,7
764,2	9.128,4
764,4	10.019,7
764,6	10.952,5
764,8	11.926,9
765,0	12.942,8

#### 4.3.5. UHE Garibaldi

A UHE Garibaldi, em operação desde 2013, conta com um vertedouro de soleira livre, com 381,0 m de extensão, na cota 705,0 m, dimensionado para garantir a passagem da cheia máxima provável para aquele sítio de barramento.

A partir de suas características geométricas, obtidas dos desenhos e documentos de projeto, foi determinada a curva de descarga deste vertedouro, apresentada na Tabela 4-14.

Tabela 4-14: UHE Garibaldi – Curva de descarga do vertedouro

Cota (m)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
705,0	0,0
705,2	31,9
705,4	111,5
705,6	231,8
705,8	389,6
706,0	582,9
706,2	810,1
706,4	1.070,1
706,6	1.361,8
706,8	1.684,5
707,0	2.037,3
707,2	2.419,9
707,4	2.831,5
707,6	3.271,6
707,8	3.740,0
708,0	4.236,0
708,2	4.759,5
708,4	5.309,9

Cota (m)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
708,6	5.887,1
708,8	6.490,7
709,0	7.120,5
709,2	7.776,1
709,4	8.457,3
709,6	9.164,0
709,8	9.895,9
710,0	10.652,7
710,2	11.434,3
710,4	12.240,5
710,6	13.071,1
710,8	13.925,9
711,0	14.804,8
711,2	15.707,6
711,4	16.634,2
711,6	17.584,4
711,8	18.558,1
712,0	19.555,1

#### 4.3.6. UHE Campos Novos

A UHE Campos Novos em operação desde 2006, é dotada de um vertedouro controlado por 4 comportas segmento de 17,4 m x 20, 0 m (L x H), com capacidade para garantir a passagem de cheias com recorrência superiores a 1000 anos.

Conforme Relatório ANEEL de fevereiro 2006, o nível d'água máximo normal foi definido na cota 660,0 m e o nível máximo maximorum na elevação 665,0 m, associada a vazão de projeto de 18.300 m<sup>3</sup>/s, o que resulta em uma sobrelevação de 5 metros.

Portanto, para a finalidade dos estudos de propagação de cheias, considerou-se uma sobrelevação próxima de 1,5 m para recorrência de 100 anos e 3,0 m para a recorrência de 1000 anos.

## 5. PROPAGAÇÃO DE CHEIAS

Os estudos de propagação de cheias foram feitos mediante simulações da passagem dos hidrogramas das cheias de projeto, por meio do modelo de simulação HEC-RAS 5.0.7.

Os resultados das simulações são apresentados por meio de saídas gráficas representando as condições hidrológicas associadas à vazão média de longo termo e as ondas de cheias com recorrências de 100 e 1.000 anos, nas seguintes formas:

- Perfis das linhas d'água máximas de projeto atingidas ao longo de todo o percurso simulado do rio Canoas;
- Cotogramas de níveis d'água nos locais dos aproveitamentos e
- Hidrogramas de onda de cheia nos locais dos aproveitamentos.

### 5.1. Simulação do Cenário Atual

A seguir são apresentados os resultados da simulação referente a condição atual considerando a presença dos quatro aproveitamentos em operação: UHE Campos Novos; UHE Garibaldi; PCH Pery e PCH Ado Popinhak.

#### 5.1.1. Análise para a Vazão Média de Longo Termo

Na Figura 5-1 é apresentado o perfil da linha d'água considerando a afluição da vazão média de longo termo ( $Q_{MLT}$ ).

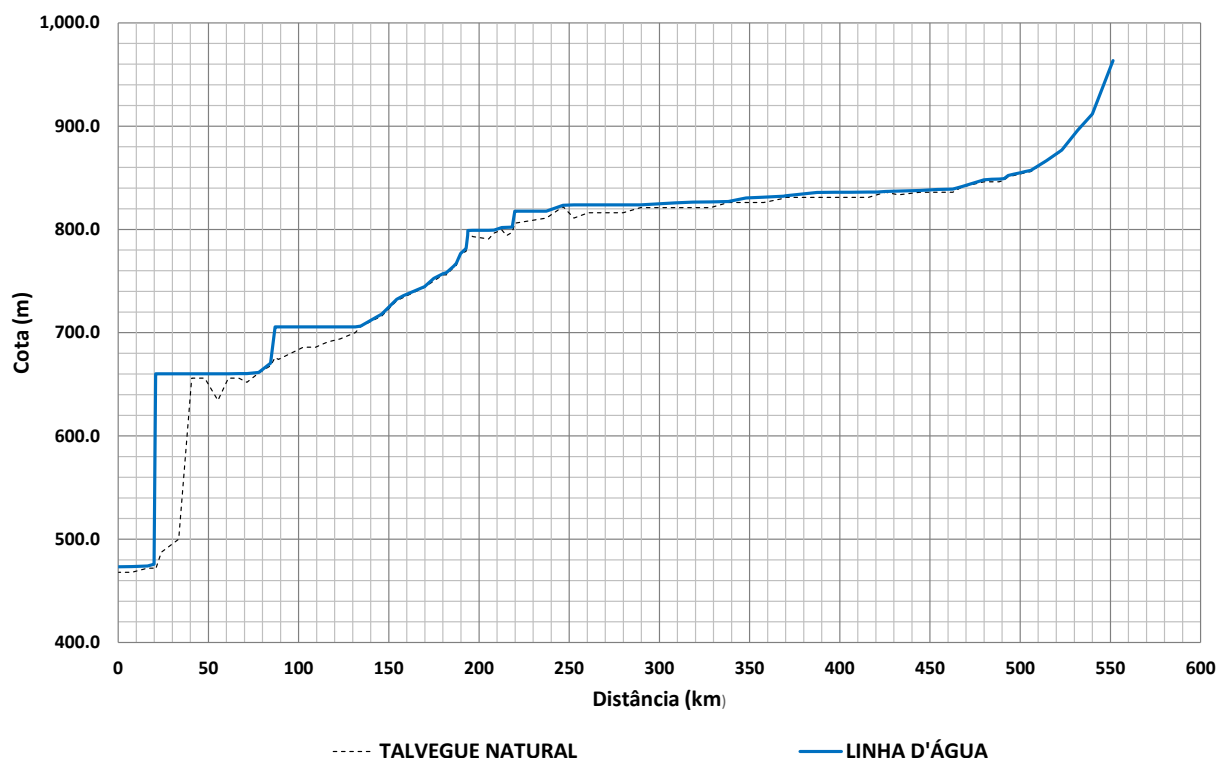


Figura 5-1: Perfil da Linha d'água para a Vazão  $Q_{MLT}$  – Cenário Atual

Na Tabela 5-1 apresenta-se o resumo dos resultados obtidos na simulação em diversos pontos do curso do rio Canoas considerando a veiculação da vazão  $Q_{MLT}$ .

Tabela 5-1: Vazão  $Q_{MLT}$  – Cenário Atual

Local	Distância (km)	Cota de Fundo (m)	Vazão $Q_{MLT}$ ( $m^3/s$ )	NA (m)
SEÇÃO 5-Campo	552	963,0	3,0	963,4
SEÇÃO 35	540	911,1	3,0	911,8
SEÇÃO 34	532	896,1	3,0	896,2
SEÇÃO 33	523	876,1	3,0	876,8
QA02	515	866,1	20,0	866,5
SEÇÃO 32	506	856,1	20,0	857,2
Interpolada	503	854,8	20,0	856,0
Interpolada	500	853,6	20,0	854,7
Interpolada	496	852,3	20,0	853,6
SEÇÃO 31	493	851,1	20,0	852,1
SEÇÃO 4-Campo	491	847,7	20,0	849,1
SEÇÃO 30	488	846,1	20,0	848,8
Interpolada	484	846,1	20,0	848,5
SEÇÃO 29	480	846,1	20,0	848,1
SEÇÃO 28	468	841,1	20,0	841,5
SEÇÃO 27	463	836,1	20,0	839,0
QA03	454	836,1	20,0	838,6
SEÇÃO 26	444	836,1	20,0	837,7
SEÇÃO 3-Campo	433	833,5	20,0	837,2
SEÇÃO 24	425	836,1	20,0	836,8
Interpolada	421	833,6	20,0	836,2
SEÇÃO 23	416	831,1	20,0	836,2
SEÇÃO 22	406	831,1	20,0	836,1
SEÇÃO 21	397	831,1	20,0	836,0
QA04	387	831,1	72,0	835,9
SEÇÃO 2-Campo	370	831,1	72,0	832,6
SEÇÃO 19	369	830,0	72,0	832,2
SEÇÃO 18	358	826,1	72,0	831,3
SEÇÃO 17	348	826,1	72,0	830,5
SEÇÃO 16	338	826,1	72,0	827,1
SEÇÃO 15	328	821,1	72,0	826,7
QA05	319	821,1	89,0	826,5
SEÇÃO 1-Campo	308	821,1	89,0	825,7
SEÇÃO 13	299	821,1	89,0	824,8

Local	Distância (km)	Cota de Fundo (m)	Vazão Q <sub>MLT</sub> (m <sup>3</sup> /s)	NA (m)
SEÇÃO 12	290	821,1	89,0	823,8
SEÇÃO 11	280	816,1	89,0	823,8
Interpolada	275	816,1	89,0	823,8
SEÇÃO 10	270	816,1	89,0	823,8
QA06	261	816,1	117,0	823,8
SEÇÃO 09	253	811,1	117,0	823,8
QA07	247	822,1	122,0	823,4
SEÇÃO 08	237	811,1	122,0	817,6
<b>PCH ADO POPINHAK</b>	220	806,1	139,3	817,6
S-13	218	797,3	139,3	802,2
S-11	215	794,0	139,3	802,1
S-10	213	799,5	139,3	801,9
S-8	208	796,5	139,3	799,3
S-1- QA09	205	790,8	143,0	799,2
SC-457	197	793,0	143,0	799,1
<b>PCH PERY</b>	194	796,1	145,7	799,0
PRIME18 - QA10	194	794,0	147,0	794,3
STB12	193	779,0	147,0	781,5
STB10	190	775,7	147,0	776,6
STB06	187	765,2	147,0	767,1
STB05	186	763,2	147,0	764,5
Seção - CANOAS	182	756,1	147,0	758,1
QA13	180	756,1	147,0	757,1
Interpolada	175	750,1	147,0	752,6
PRIME17	170	744,0	147,0	744,6
PRIME16	158	734,0	147,0	735,8
QA16	154	731,1	241,0	732,4
PRIME15	146	716,0	241,0	717,9
Seção - SÃO ROQUE	134	706,1	247,2	706,5
PRIME13	131	700,0	247,2	705,6
PRIME12	123	694,0	247,2	705,6
SEÇÃO 06	116	691,1	247,2	705,6
Interpolada	113	688,6	247,2	705,6
PRIME11	109	686,0	247,2	705,6
SEÇÃO 05	103	686,1	247,2	705,6

Local	Distância (km)	Cota de Fundo (m)	Vazão Q <sub>MLT</sub> (m <sup>3</sup> /s)	NA (m)
PRIME10	89	674,0	247,2	705,6
<b>UHE GARIBALDI</b>	87	676,1	313,3	705,6
PRIME09	84	668,0	313,3	670,5
SEÇÃO 04	78	661,1	313,3	661,5
PRIME08	71	652,0	313,3	660,3
QA19	67	656,1	315,0	660,3
SEÇÃO 03	61	656,1	315,0	660,3
PRIME07	55	634,5	315,0	660,3
SEÇÃO 02	48	656,1	315,0	660,3
SEÇÃO 01	41	656,1	315,0	660,2
PRIME06	33	500,0	315,0	660,2
PRIME05	24	487,5	315,0	660,2
<b>UHE CAMPOS NOVOS</b>	21	471,1	343,4	660,2
PRIME04	20	472,0	343,4	475,7
PRIME03	16	472,0	343,4	474,1
PRIME02 - QA20	7	468,0	346,0	473,5
PRIME01	0	468,0	346,0	473,4

### 5.1.2. Análise para a Cheia Centenária

Na Figura 5-2 é apresentado o perfil da linha d'água máximo considerando as cheias de projeto com períodos de retorno de 100 anos.



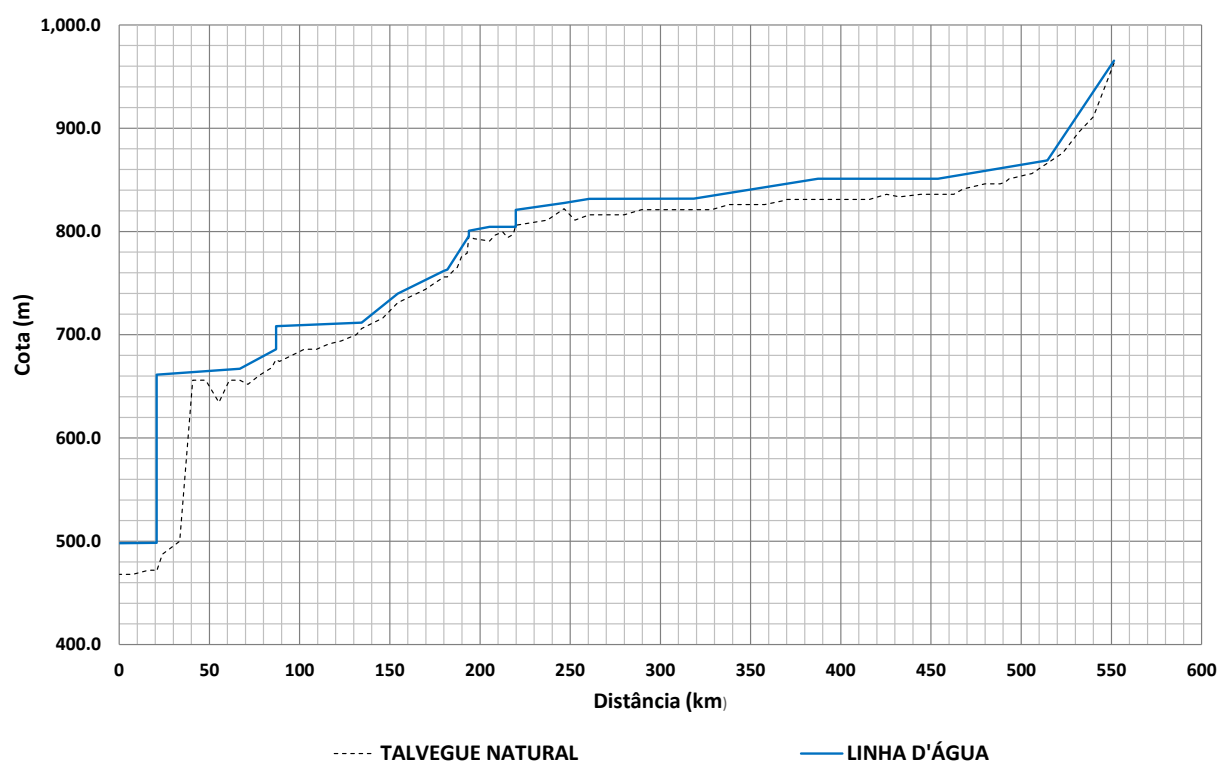


Figura 5-2: Perfil da Linha d'água para a Vazão  $Q_{100}$  – Cenário Atual

NA Tabela 5-2 apresenta-se o resumo dos resultados obtidos na simulação em diversos pontos do curso do rio Canoas, considerando a vazão máxima obtida da simulação e a cota do pico da cheia de projeto associadas a recorrência de 100 anos.

Tabela 5-2: Vazão  $Q_{100}$  – Cenário Atual

Local	Distância (km)	Vazão $Q_{100}$ ( $m^3/s$ )	NA (m)
QA01	552	21	965,4
QA02	515	190	868,8
QA03	454	309	851,1
QA04	387	152	851,1
QA05	319	429	831,8
QA06	261	616	831,6
QA07	247	753	827,5
PCH ADO POPINHAK	220	1211	820,8
	220	1211	804,4
QA09	205	1404	804,4
PCH PERY	194	1556	800,8
	194	1556	795,3
QA10	194	1556	795,3
Seção - CANOAS	182	1596	763,1

Local	Distância (km)	Vazão Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /s)	NA (m)
QA13	180	1597	761,9
QA16	154	3296	739,8
Seção - SÃO ROQUE	134	3624	711,8
UHE GARIBALDI	87	5426	708,3
	87	5426	686,0
QA19	67	5643	667,2
UHE CAMPOS NOVOS	21	6242	661,4
	21	6242	498,5
JUSANTE	0	6399	492,0

Nas Figura 5-3; Figura 5-4; Figura 5-5 e Figura 5-6 são apresentadas as composições dos hidrogramas de cheias com recorrência de 100 anos em diversas seções existentes ao longo do curso do rio Canoas onde estão incluídos os locais dos 4 aproveitamentos hidrelétricos em operação e, em detalhe, nas Figura 5-7; Figura 5-8; Figura 5-9 e Figura 5-10 são apresentados os cotogramas obtidos nos locais dos quatro barramentos.

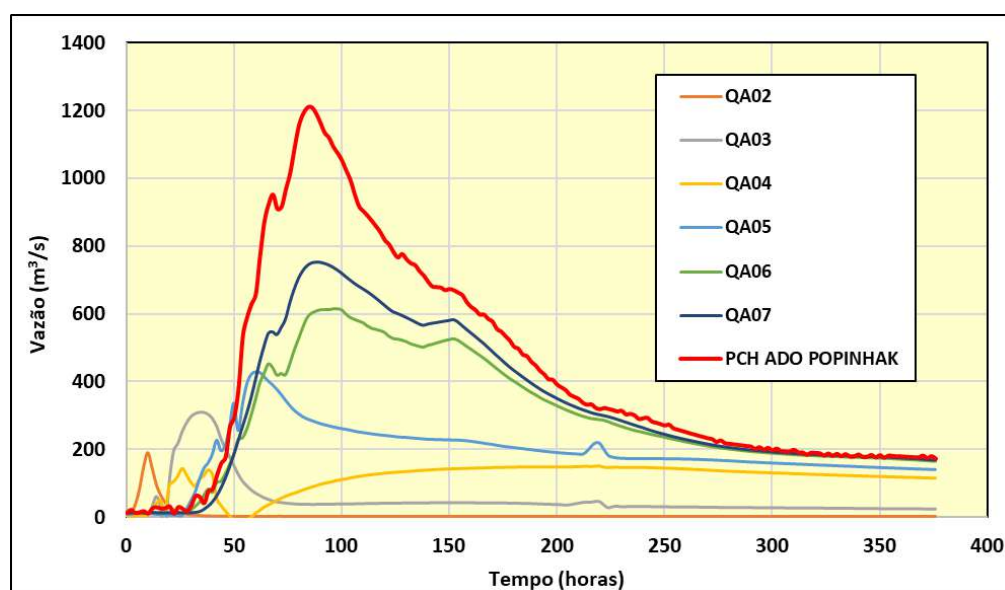


Figura 5-3: Cheias Centenárias: Montante da PCH ADO Popinhak – Cenário Atual

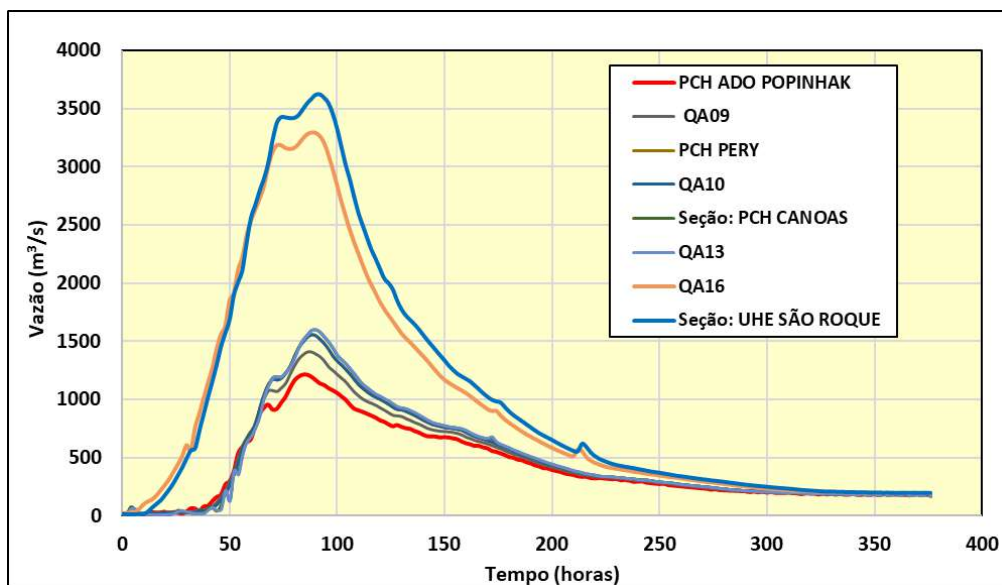


Figura 5-4: Cheias Centenárias: PCH ADO Popinhak a Seção São Roque – Cenário Atual

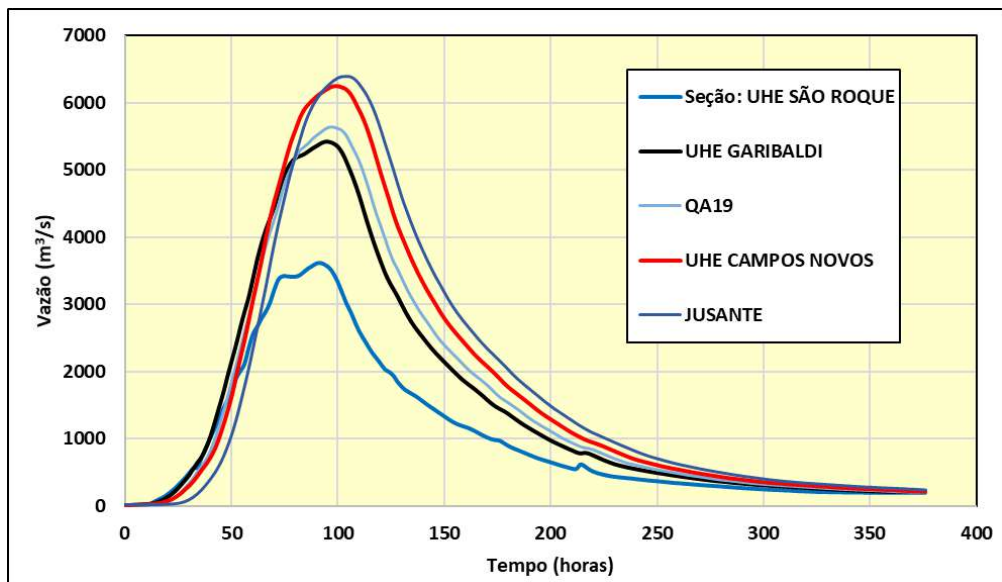


Figura 5-5: Cheias Centenárias: Seção Roque a Seção de Jusante – Cenário Atual

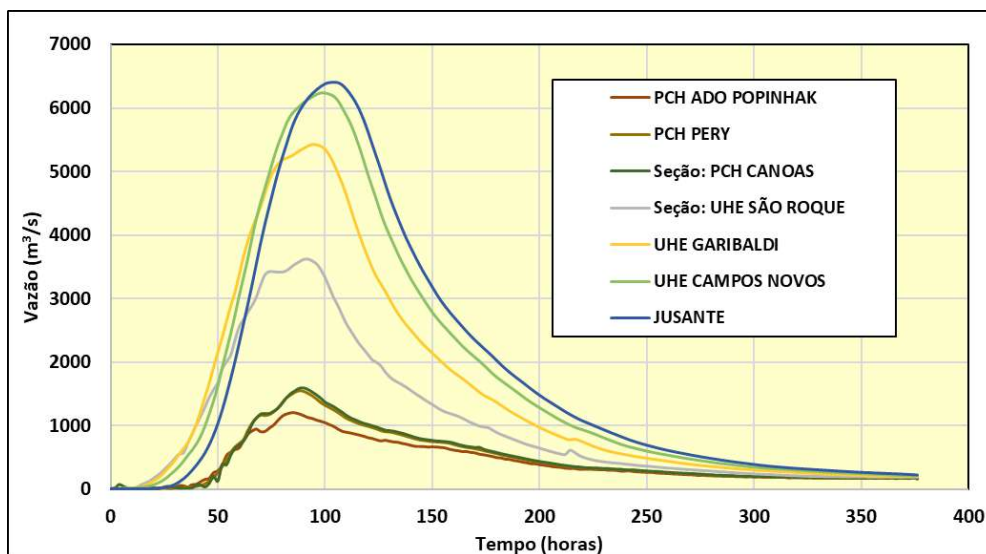


Figura 5-6: Cheias Centenárias: Hidrogramas nos Eixos dos barramentos – Cenário Atual

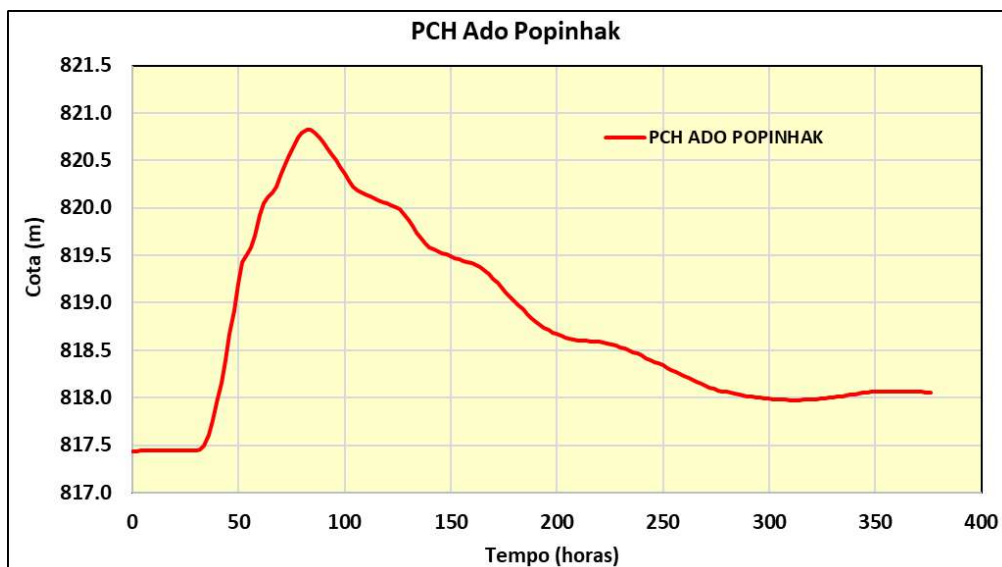


Figura 5-7: Cheia Centenária: PCH Ado Popinhak – Cenário Atual

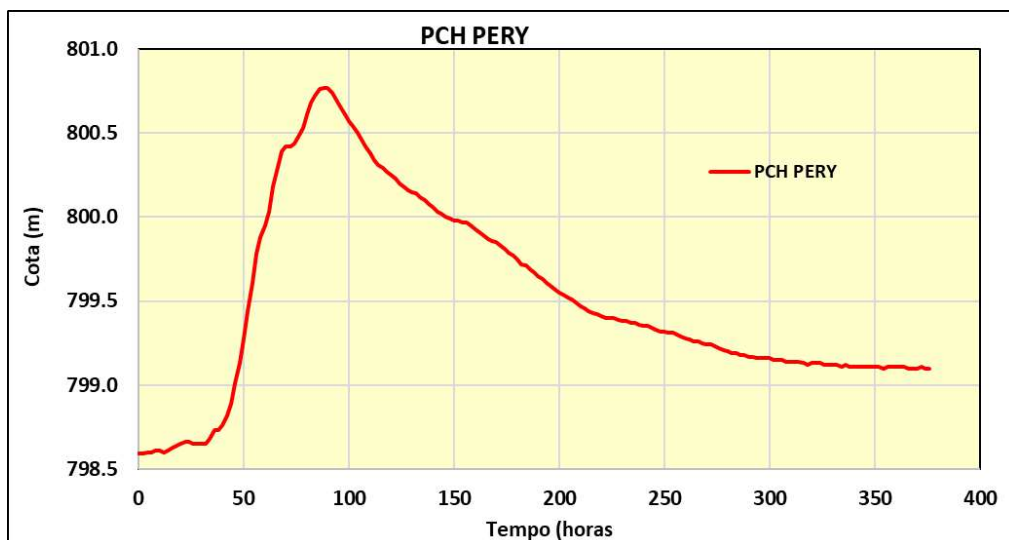


Figura 5-8: Cheia Centenária – PCH Pery – Cenário Atual

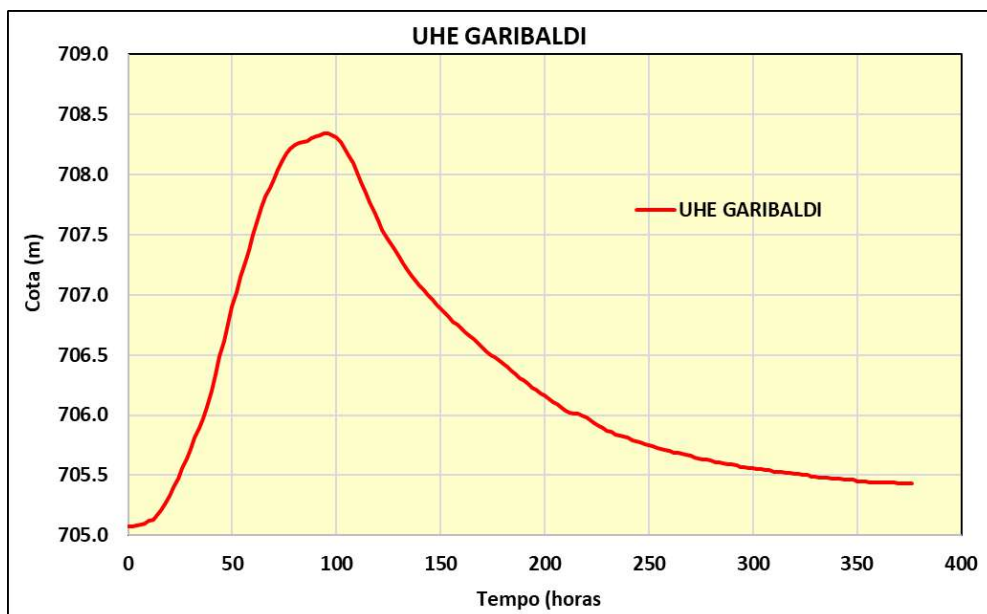


Figura 5-9: Cheia Centenária: UHE Garibaldi – Cenário Atual

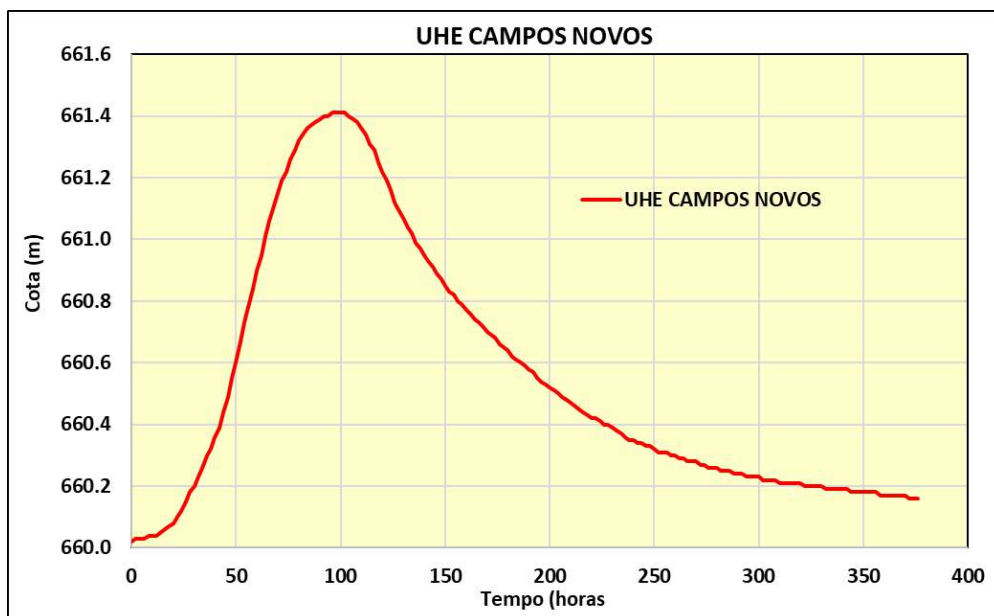


Figura 5-10: Cheia Centenária: UHE Campos Novos – Cenário Atual

### 5.1.3. Análise para a Cheia Milenar – Cenário Atual

Na Figura 5-11 é apresentado o perfil da linha d'água considerando a cheia com período de recorrência de 1000 anos.

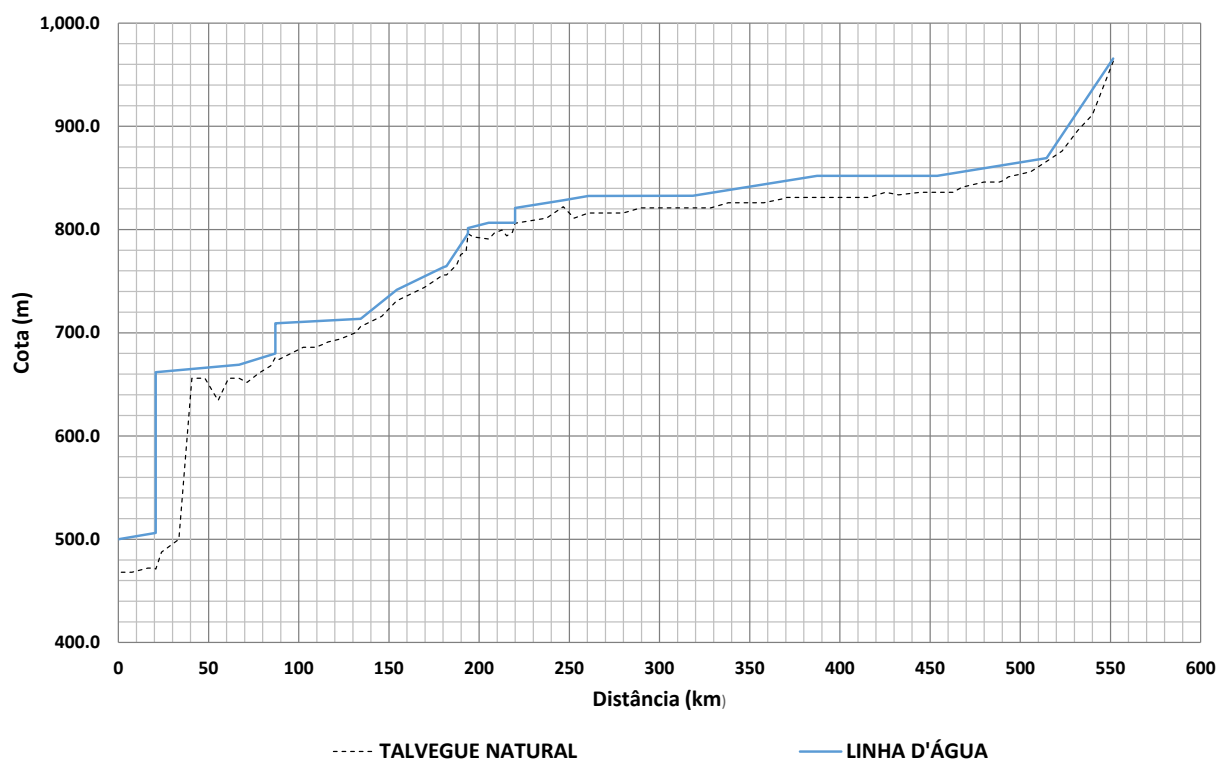


Figura 5-11: Perfil da Linha d'água para a Vazão  $Q_{1.000}$  – Cenário Atual



Na Tabela 5-3 apresenta-se o resumo dos resultados obtidos na simulação em diversos pontos do curso do rio Canoas considerando a vazão máxima obtida da simulação e a cota do pico da cheia de projeto associadas a recorrência de 1.000 anos.

Tabela 5-3: Vazão  $Q_{1.000}$  – Cenário Atual

Local	Distância (m)	Vazão $Q_{1.000}$ (m <sup>3</sup> /s)	NA (m)
QA01	552	27	965,65
QA02	515	247	869,26
QA03	454	421	852,04
QA04	387	188	852,04
QA05	319	542	832,80
QA06	261	870	832,57
QA07	247	1061	828,37
PCH ADO POPINHAK	220	1706	820,82
	220	1706	806,57
QA09	205	1977	806,57
PCH PERY	194	2457	801,45
	194	2457	795,67
QA10	194	2457	795,67
Seção - CANOAS	182	2513	764,55
QA13	180	2513	763,33
QA16	154	4884	741,74
Seção - SÃO ROQUE	134	5317	713,50
UHE GARIBALDI	87	7778	709,16
	87	7778	680,00
QA19	67	8063	669,15
UHE CAMPOS NOVOS	21	8912	661,76
	21	8912	506,13
JUSANTE	0	9101	500,00

Da Figura 5-12 à Figura 5-15 são apresentadas as composições dos hidrogramas de cheias com recorrência de 1000 anos em diversas seções existentes ao longo do curso do rio Canoas onde estão incluídos os locais dos 4 aproveitamentos hidrelétricos em operação e, da Figura 5-16 à Figura 5-19 são apresentados os cotogramas obtidos nos locais desses quatro aproveitamentos.

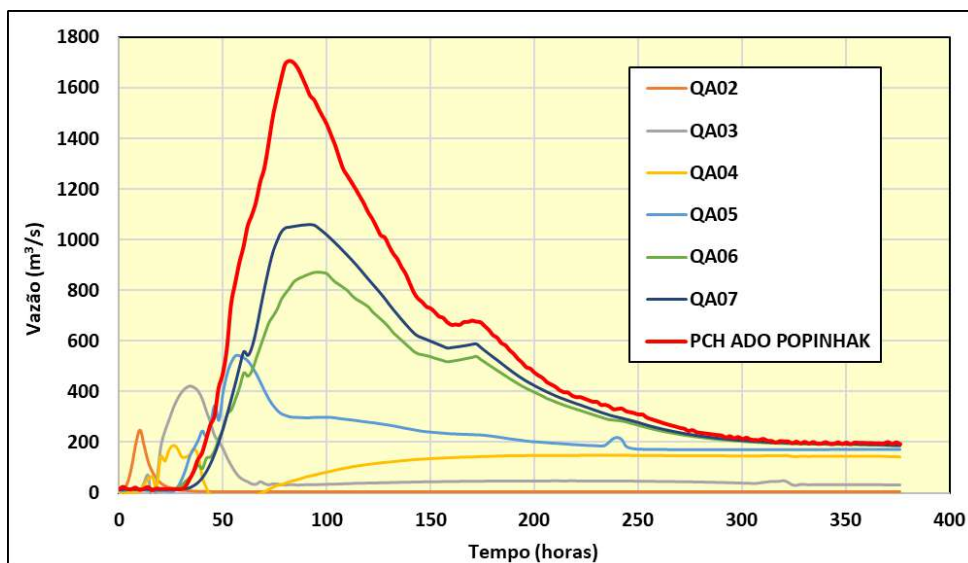


Figura 5-12: Cheias Milenares: Montante da PCH ADO Popinhak – Cenário Atual

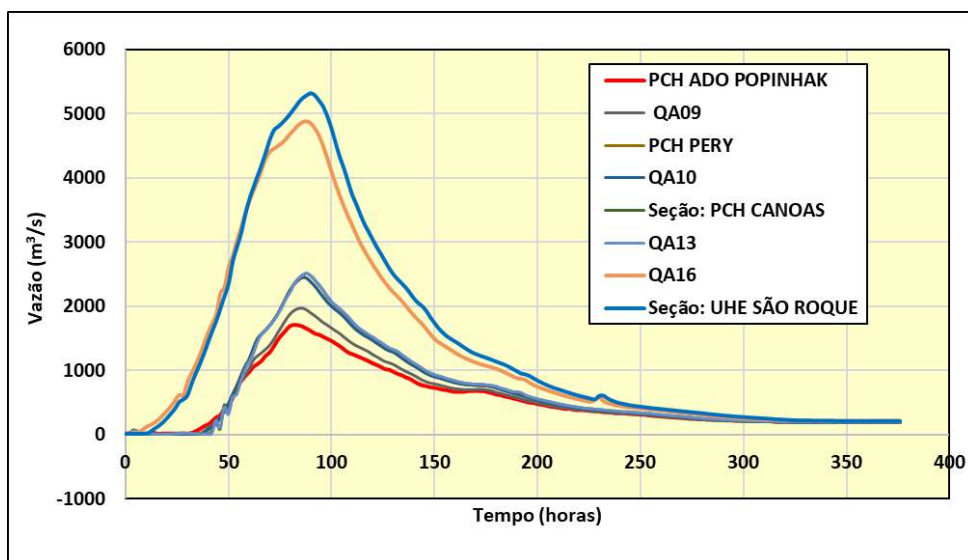


Figura 5-13: Cheias Milenares: PCH ADO Propinhak a Seção São Roque – Cenário Atual

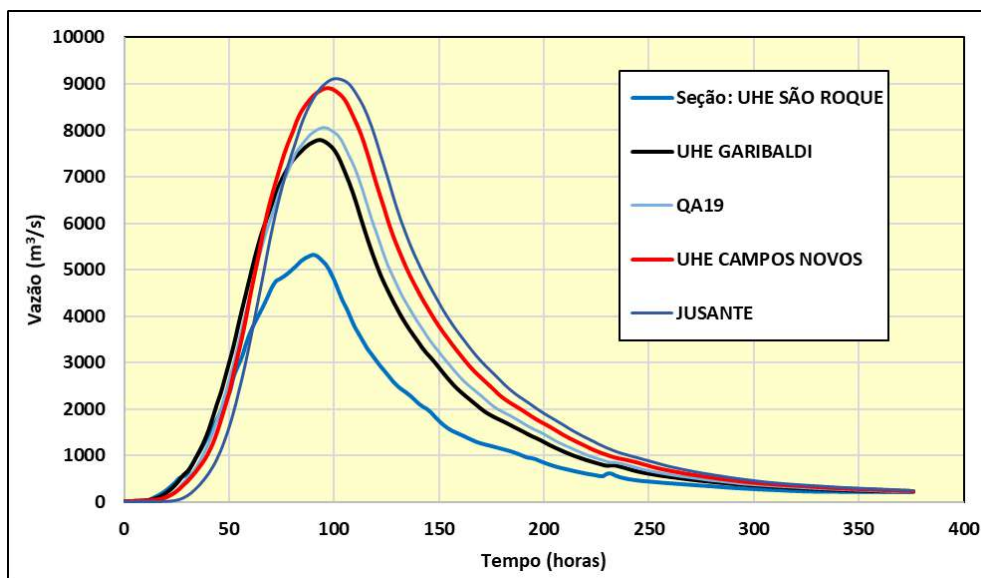


Figura 5-14: Cheias Milenares: Seção São Roque a Seção Jusante – Cenário Atual

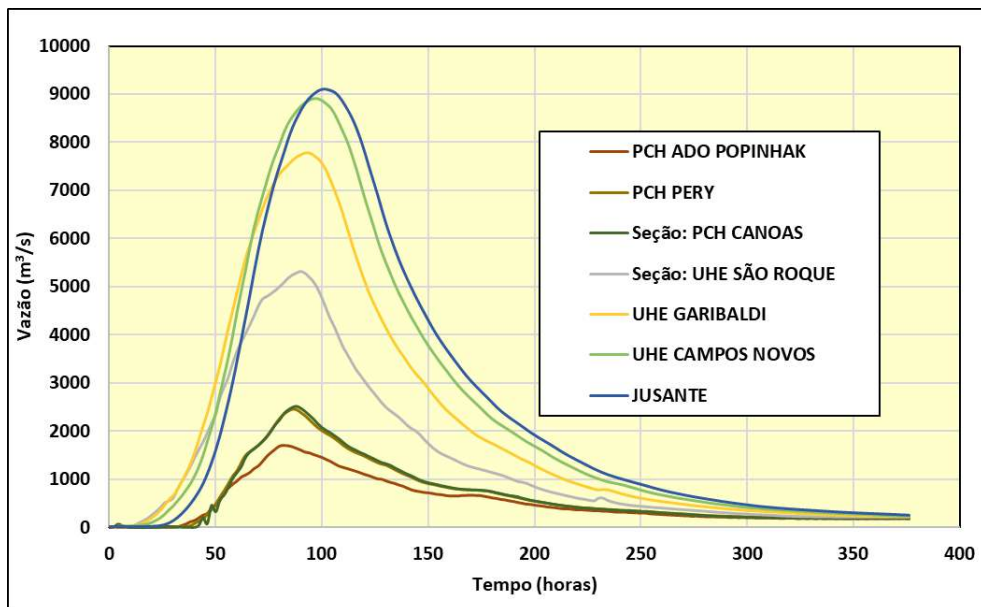


Figura 5-15: Cheias Milenares: Hidrogramas nos Eixos dos barramentos – Cenário Atual

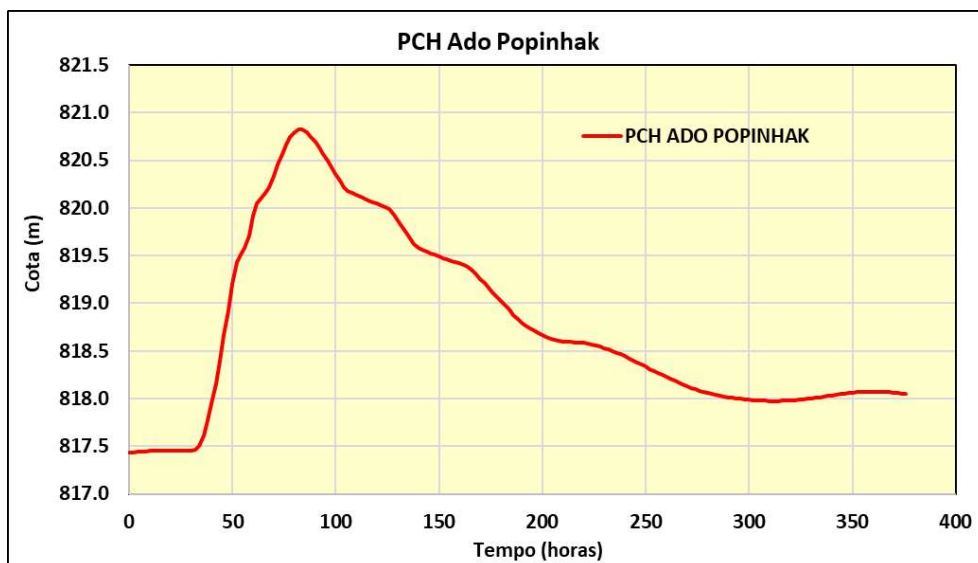


Figura 5-16: Cheia Milenar: PCH ADO Propinhak – Cenário Atual

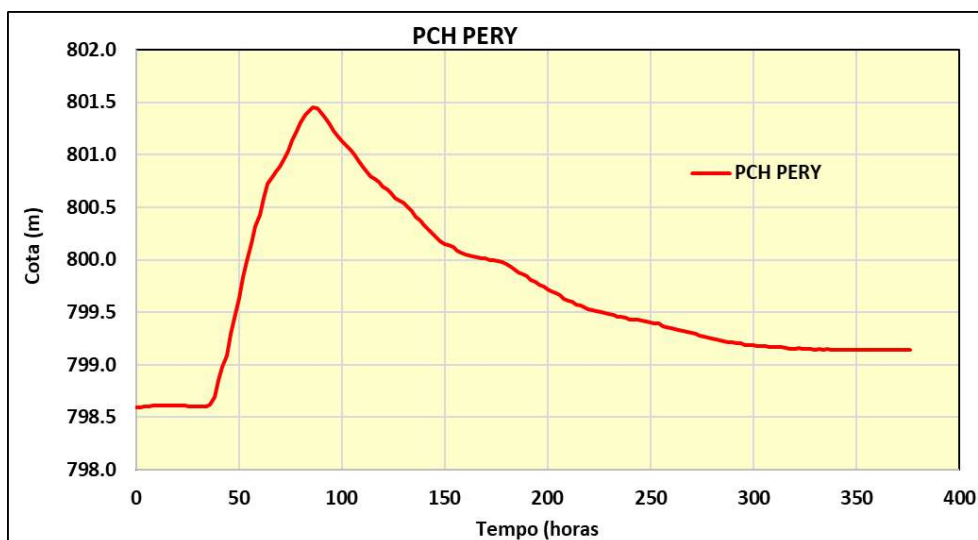


Figura 5-17: Cheia Milenar: PCH Pery – Cenário Atual

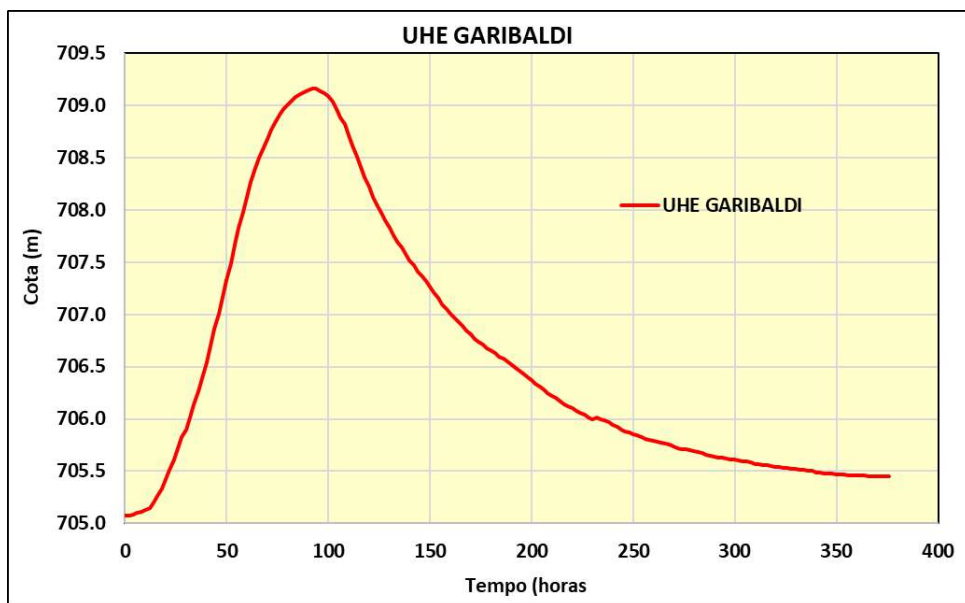


Figura 5-18: Cheia Milenar: UHE Garibaldi – Cenário Atual

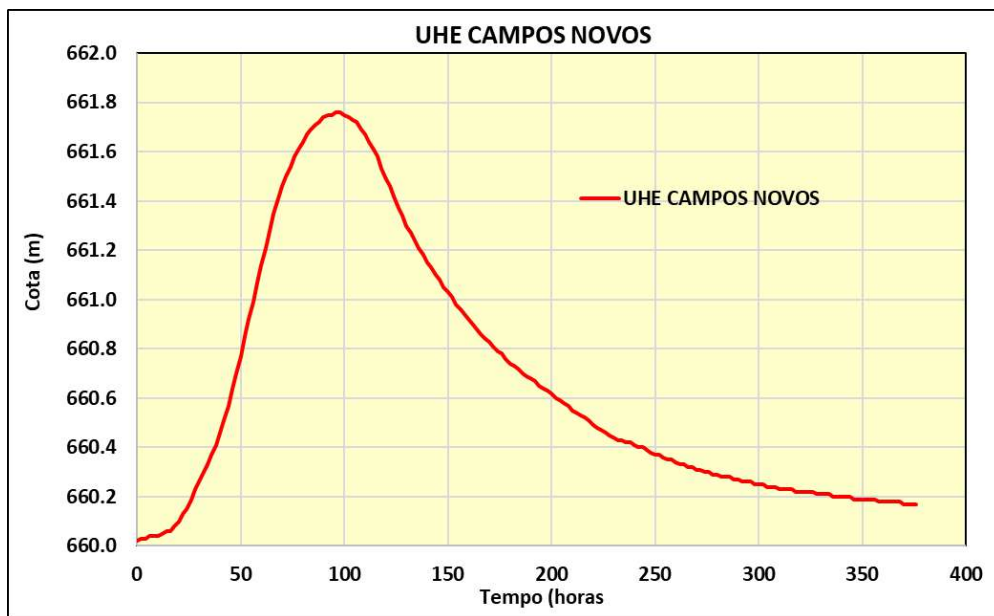


Figura 5-19: Cheia Milenar: UHE Campos Novos – Cenário Atual

## 5.2. Simulação de Curto Prazo

A seguir são apresentados os resultados da simulação considerando o cenário de curto prazo, onde se prevê a operação do arranjo hidráulico formado pela presença dos seguintes aproveitamentos: PCH Ado Popinhak, PCH Pery, UHE São Roque, UHE Garibaldi UHE e UHE Campos Novos.

### 5.2.1. Análise para a Vazão Média de Longo Termo (QMLT)

Na Figura 5-20 é apresentado o perfil da linha d'água considerando a afluência da vazão  $Q_{MLT}$ .

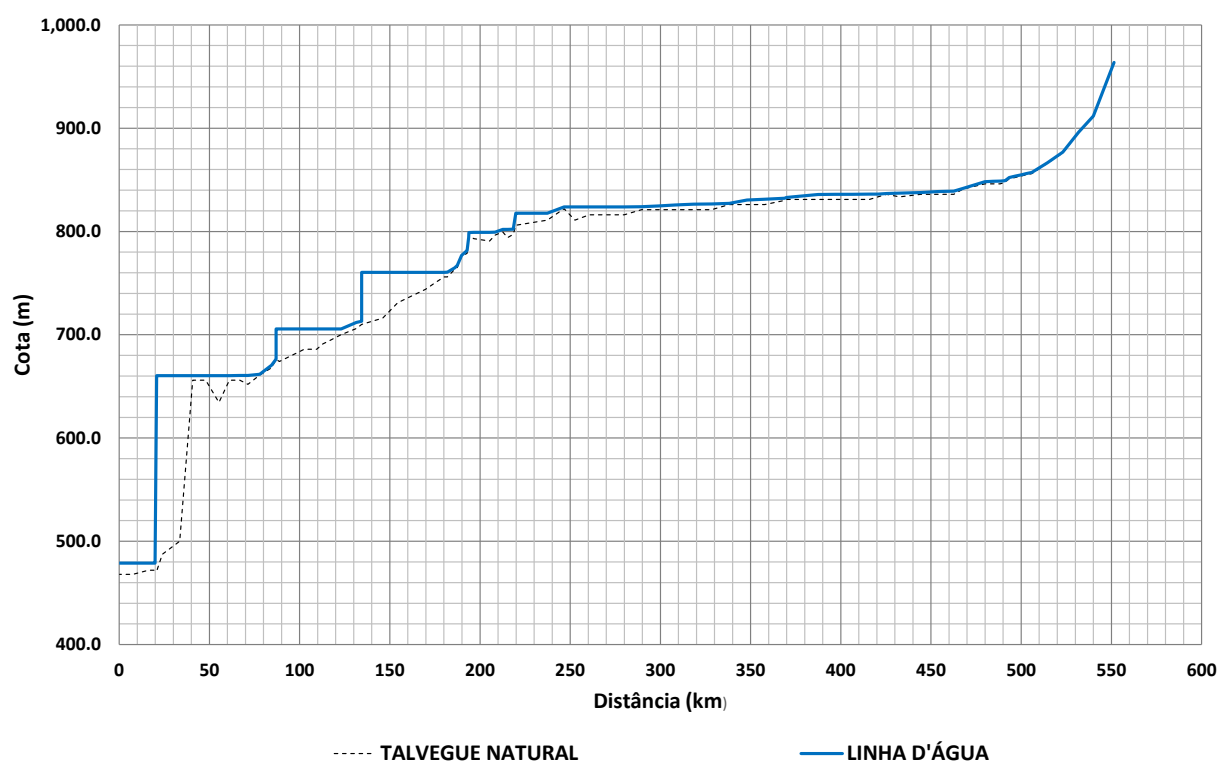


Figura 5-20: Perfil da Linha d'água para a Vazão  $Q_{MLT}$  – Cenário Curto Prazo

Na Tabela 5-4 é apresentado um resumo dos resultados obtidos na simulação obtidos em diversos pontos do curso do rio Canoas considerando a veiculação da vazão  $Q_{MLT}$ .

Tabela 5-4: Vazão  $Q_{MLT}$  – Cenário Curto Prazo

Local	Distância (km)	Cota de Fundo (m)	Vazão $Q_{MLT}$ ( $m^3/s$ )	NA (m)
SEÇÃO 5-Campo	552	963,0	3,0	963,6
SEÇÃO 35	540	911,1	3,0	911,8
SEÇÃO 34	532	896,1	3,0	896,2
SEÇÃO 33	523	876,1	3,0	876,8
QA02	515	866,1	20,0	866,5
SEÇÃO 32	506	856,1	20,0	857,2
Interpolada	503	854,8	20,0	856,0
Interpolada	500	853,6	20,0	854,8
Interpolada	496	852,3	20,0	853,6
SEÇÃO 31	493	851,1	20,0	852,2
SEÇÃO 4-Campo	491	847,7	20,0	849,2
SEÇÃO 30	488	846,1	20,0	848,8
Interpolada	484	846,1	20,0	848,5
SEÇÃO 29	480	846,1	20,0	848,1

Local	Distância (km)	Cota de Fundo (m)	Vazão Q <sub>MLT</sub> (m <sup>3</sup> /s)	NA (m)
SEÇÃO 28	468	841,1	20,0	841,7
SEÇÃO 27	463	836,1	20,0	839,0
QA03	454	836,1	20,0	838,6
SEÇÃO 26	444	836,1	20,0	837,7
SEÇÃO 3-Campo	433	833,5	20,0	837,2
SEÇÃO 24	425	836,1	20,0	836,8
Interpolada	421	833,6	20,0	836,2
SEÇÃO 23	416	831,1	20,0	836,2
SEÇÃO 22	406	831,1	20,0	836,1
SEÇÃO 21	397	831,1	20,0	836,0
QA04	387	831,1	72,0	835,9
SEÇÃO 2-Campo	370	831,1	72,0	832,8
SEÇÃO 19	369	830,0	72,0	832,3
SEÇÃO 18	358	826,1	72,0	831,3
SEÇÃO 17	348	826,1	72,0	830,5
SEÇÃO 16	338	826,1	72,0	827,3
SEÇÃO 15	328	821,1	72,0	826,7
QA05	319	821,1	89,0	826,5
SEÇÃO 1-Campo	308	821,1	89,0	825,7
SEÇÃO 13	299	821,1	89,0	824,8
SEÇÃO 12	290	821,1	89,0	823,9
SEÇÃO 11	280	816,1	89,0	823,8
Interpolada	275	816,1	89,0	823,8
SEÇÃO 10	270	816,1	89,0	823,8
QA06	261	816,1	117,0	823,8
SEÇÃO 09	253	811,1	117,0	823,8
QA07	247	822,1	122,0	823,7
SEÇÃO 08	237	811,1	122,0	817,6
<b>PCH ADO POPINHAK</b>	220	806,1	139,3	817,6
S-13	218	797,3	139,3	802,2
S-11	215	794,0	139,3	802,1
S-10	213	799,5	139,3	802,0
S-8	208	796,5	139,3	799,4
S-1- QA09	205	790,8	143,0	799,2



Local	Distância (km)	Cota de Fundo (m)	Vazão Q <sub>MLT</sub> (m <sup>3</sup> /s)	NA (m)
SC-457	197	793,0	143,0	799,1
<b>PCH PERY</b>	194	796,1	145,7	799,0
PRIME18 - QA10	194	794,0	147,0	794,5
STB12	193	779,0	147,0	781,5
STB10	190	775,7	147,0	776,8
STB06	187	765,2	147,0	767,1
STB05	186	763,2	147,0	764,8
Seção - CANOAS	182	756,1	147,1	760,5
QA13	180	756,1	147,0	760,5
Interpolada	175	750,1	147,0	760,5
PRIME17	170	744,0	147,0	760,5
PRIME16	158	734,0	147,0	760,5
QA16	154	731,1	241,0	760,5
PRIME15	146	716,0	241,0	760,5
<b>UHE SÃO ROQUE</b>	134	710,0	241,0	760,5
PRIME13	131	706,1	247,2	712,0
PRIME12	123	700,0	247,2	705,6
SEÇÃO 06	116	694,0	247,2	705,6
Interpolada	113	691,1	247,2	705,6
PRIME11	109	686,0	247,2	705,6
SEÇÃO 05	103	686,1	247,2	705,6
PRIME10	89	674,0	247,2	705,6
<b>UHE GARIBALDI</b>	87	676,1	313,3	705,6
PRIME09	84	668,0	313,3	670,5
SEÇÃO 04	78	661,1	313,3	661,7
PRIME08	71	652,0	313,3	660,5
QA19	67	656,1	315,0	660,5
SEÇÃO 03	61	656,1	315,0	660,5
PRIME07	55	634,5	315,0	660,5
SEÇÃO 02	48	656,1	315,0	660,5
SEÇÃO 01	41	656,1	315,0	660,4
PRIME06	33	500,0	315,0	660,4
PRIME05	24	487,5	315,0	660,4
<b>UHE CAMPOS NOVOS</b>	21	471,1	343,4	660,4

Local	Distância (km)	Cota de Fundo (m)	Vazão $Q_{MLT}$ ( $m^3/s$ )	NA (m)
PRIME04	20	472,0	343,4	478,9
PRIME03	16	472,0	343,4	478,8
PRIME02 - QA20	7	468,0	346,0	478,8
PRIME01	0	468,0	346,0	478,8

### 5.2.2. Análise para a Cheia Centenária

Na Figura 5-21 é apresentado o perfil da linha d'água considerando as cheias de projeto com períodos de recorrência de 100 anos.

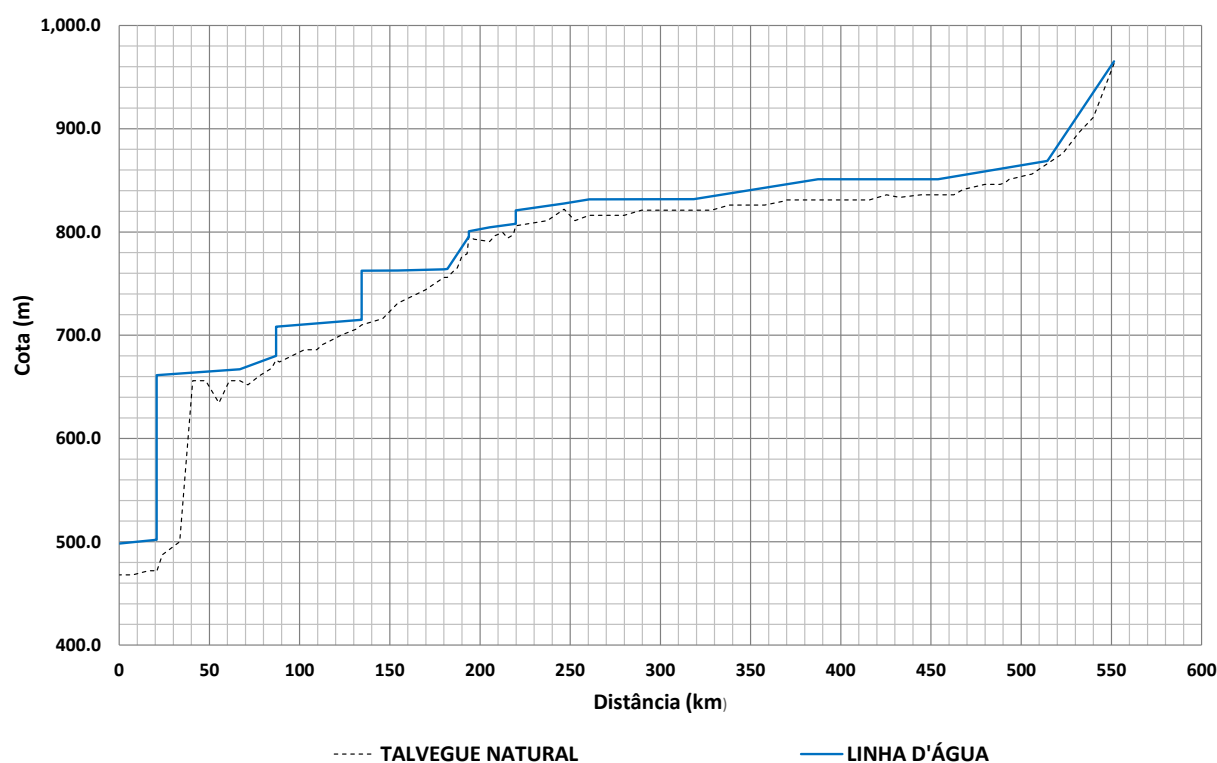


Figura 5-21: Perfil da Linha d'água para a Vazão  $Q_{100}$  – Cenário Curto Prazo

Na Tabela 5-5: Vazão  $Q_{100}$  – Cenário Curto Prazo apresenta-se o resumo dos resultados obtidos na simulação em diversos pontos do curso do rio Canoas considerando a vazão máxima obtida da simulação e a cota do pico das cheias associadas a uma recorrência de 100 anos.

Tabela 5-5: Vazão  $Q_{100}$  – Cenário Curto Prazo

Local	Distância (km)	Vazão $Q_{100}$ ( $m^3/s$ )	NA (m)
QA01	552	21	965,3
QA02	515	190	868,8
QA03	454	309	851,1

Local	Distância (km)	Vazão Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /s)	NA (m)
QA04	387	152	851,1
QA05	319	429	831,8
QA06	261	616	831,6
QA07	247	753	827,5
PCH ADO POPINHAK	220	1211	820,8
	220	1211	808,0
QA09	205	1404	804,4
PCH PERY	194	1556	800,8
	194	1556	795,3
QA10	194	1556	795,3
Seção - CANOAS	182	1596	764,3
QA13	180	1597	763,8
QA16	154	3299	762,6
UHE SÃO ROQUE	134	3607	762,6
	134	3607	715,0
UHE GARIBALDI	87	5408	708,3
	87	5408	680,0
QA19	67	5263	667,1
UHE CAMPOS NOVOS	21	6229	661,4
	21	6229	502,0
JUSANTE	0	6377	498,4

Da Figura 5-22 à Figura 5-25 são apresentadas as composições dos hidrogramas de cheias com recorrência de 100 anos em diversas seções existentes ao longo do curso do rio Canoas e, da Figura 5-26 à Figura 5-30, os cotogramas obtidos nos locais dos barramentos.

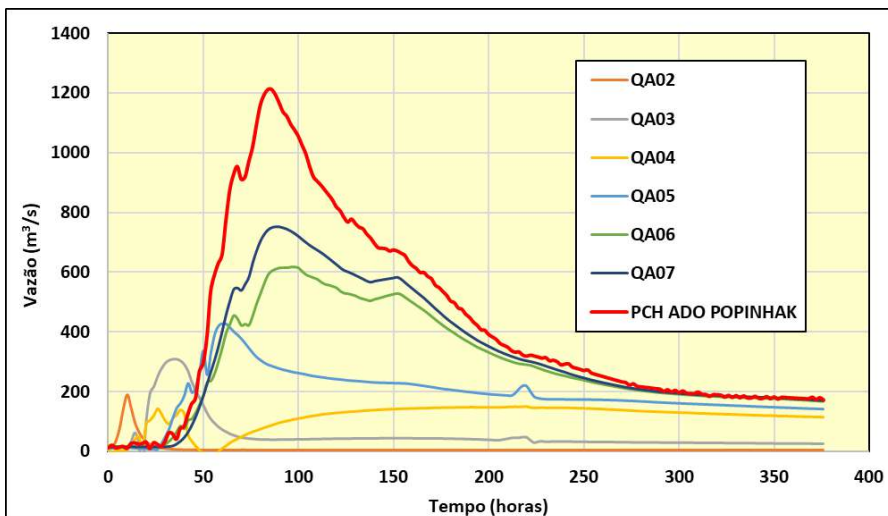


Figura 5-22: Cheias Centenárias: Montante da PCH ADO POPINHAK – Cenário Curto Prazo

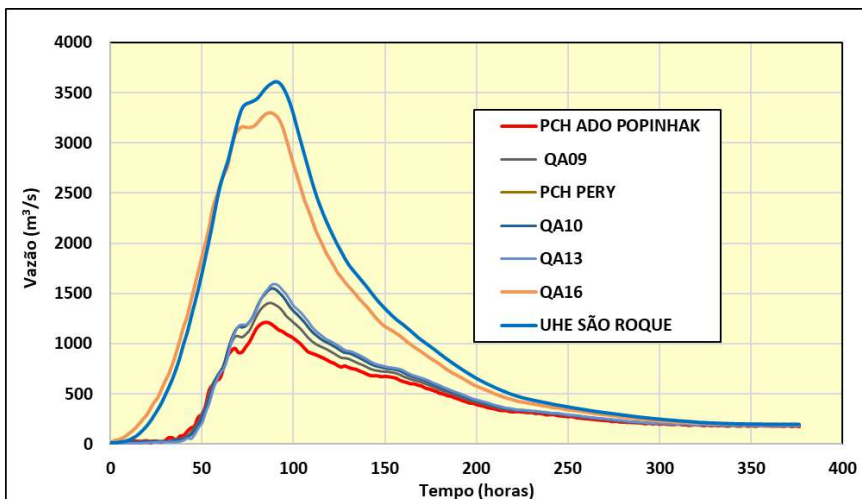


Figura 5-23: Cheias Centenárias: PCH ADO POPINHAK a UHE SÃO ROQUE – Cenário Curto Prazo

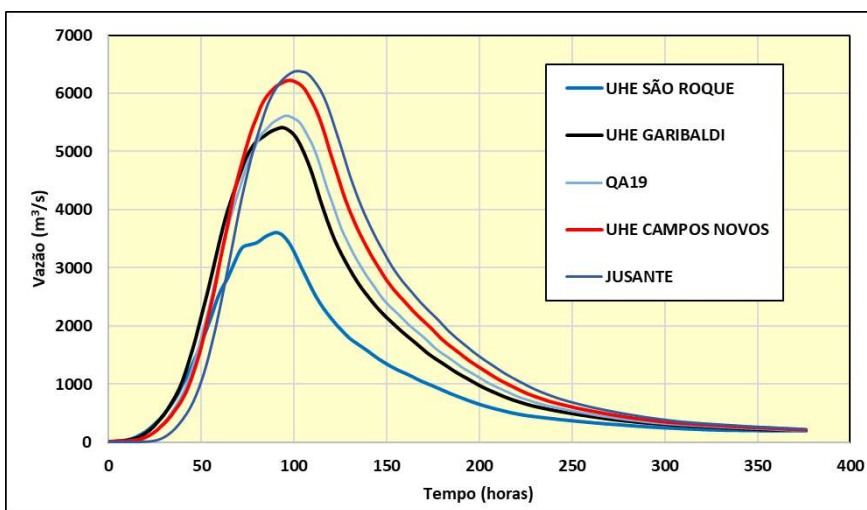


Figura 5-24: Cheias Centenárias: UHE SÃO ROQUE à Seção Jusante – Cenário Curto Prazo

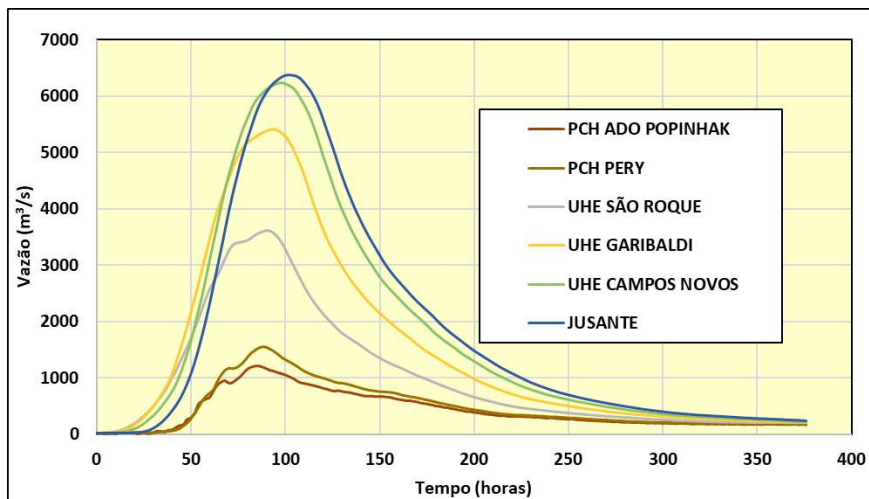


Figura 5-25: Cheias Centenárias: Hidrogramas nos Eixos dos barramentos – Cenário Curto Prazo

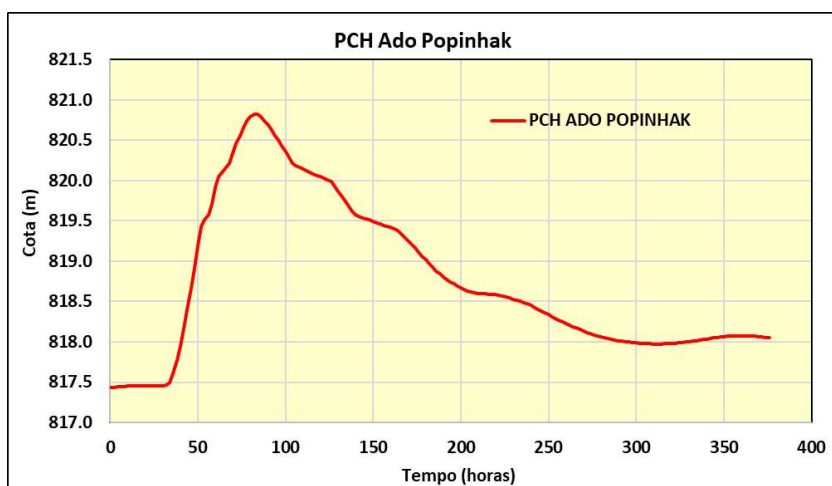


Figura 5-26: Cheia Centenária: PCH ADO Propinhak – Cenário Curto Prazo

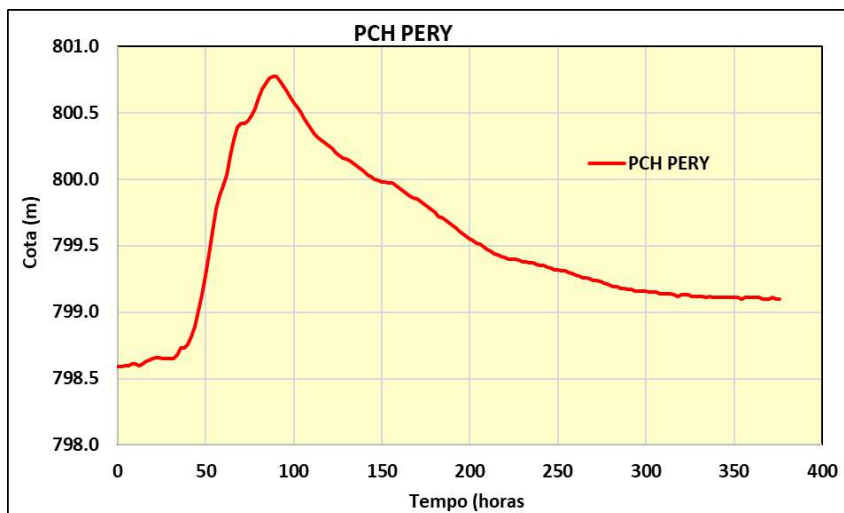


Figura 5-27: Cheia Centenária: PCH Pery – Cenário Curto Prazo

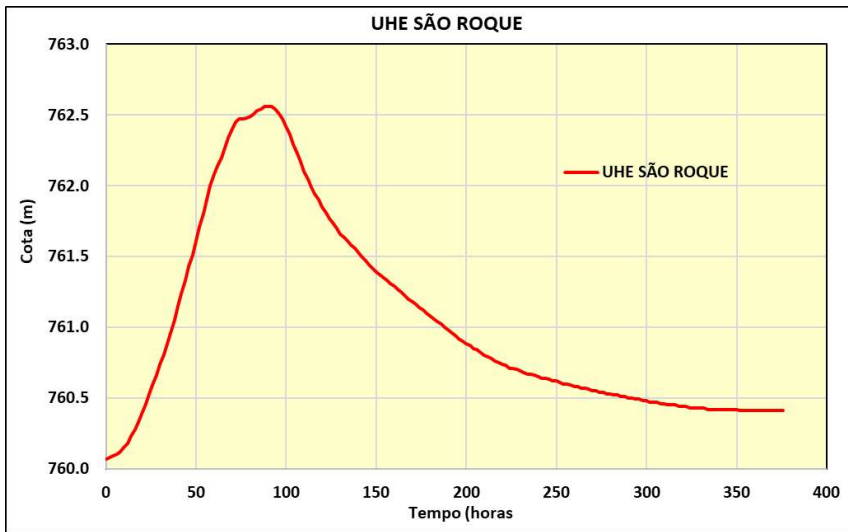


Figura 5-28: Cheia Centenária: UHE São Roque – Cenário Curto Prazo

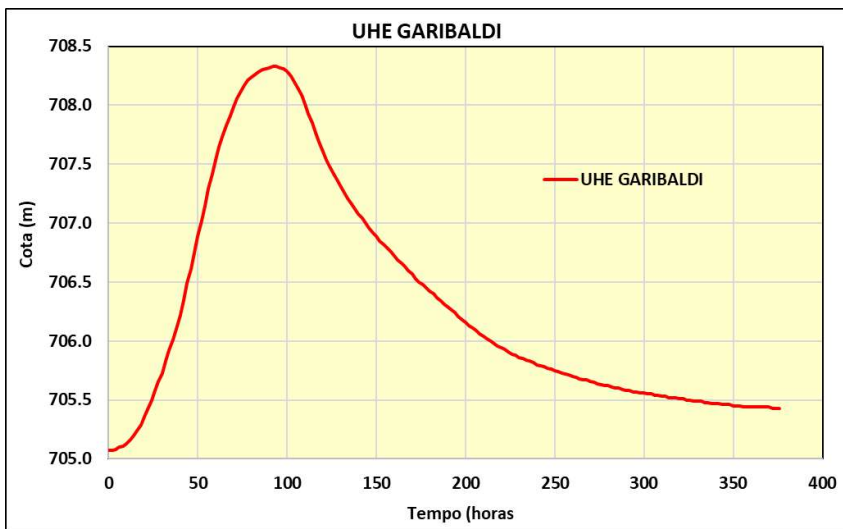


Figura 5-29: Cheia Centenária: UHE Garibaldi – Cenário Curto Prazo

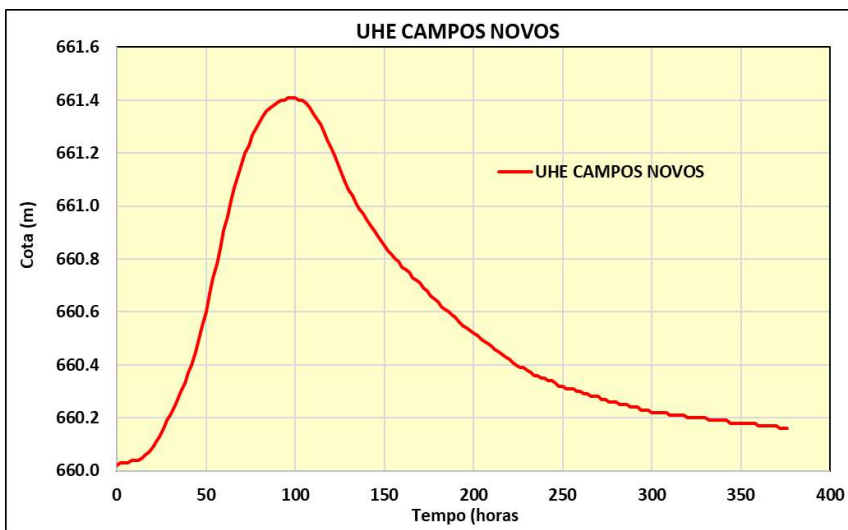


Figura 5-30: Cheia Centenária: UHE Campos Novos – Cenário Curto Prazo

### 5.2.3. Análise para a Cheia Milenar – Cenário de Curto Prazo

Na Figura 5-31 é apresentado o perfil da linha d'água considerando as cheias de projeto com períodos de recorrência de 1000 anos.

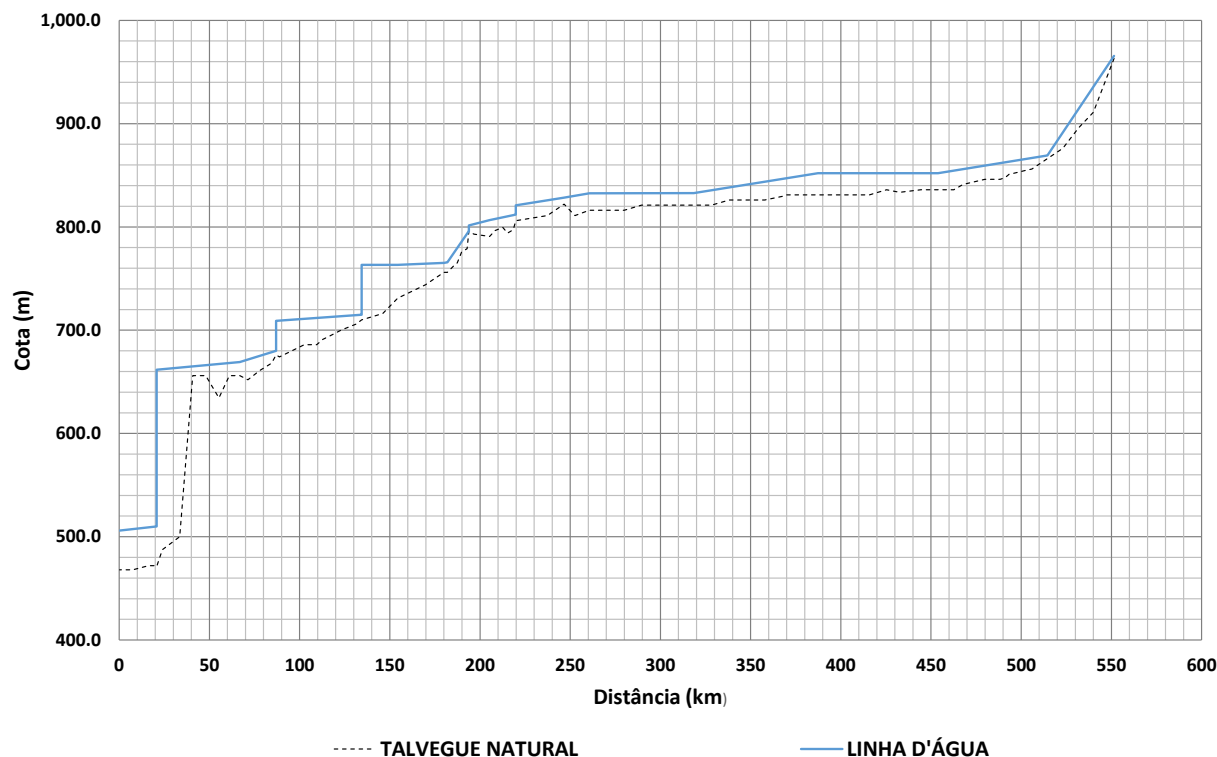


Figura 5-31: Perfil da Linha d'água para a Vazão  $Q_{1000}$  – Cenário Curto Prazo

Na Tabela 5-6 é apresentado um resumo dos resultados obtidos na simulação em diversos pontos do rio Canoas considerando a vazão máxima obtida da simulação e a cota do pico das cheias associadas a uma recorrência de 1000 anos.

Tabela 5-6: Vazão  $Q_{1000}$  – Cenário Curto Prazo

Local	Distância (m)	Vazão $Q_{1000}$ (m <sup>3</sup> /s)	NA (m)
QA01	552	27	965,6
QA02	515	247	869,3
QA03	454	421	852,0
QA04	387	188	852,0
QA05	319	542	832,8
QA06	261	871	832,6
QA07	247	1061	828,4
PCH ADO POPINHAK	220	1706	820,8
	220	1706	812,0
QA09	205	1977	806,6
PCH PERY	194	2457	801,5



Local	Distância (m)	Vazão Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /s)	NA (m)
	194	2457	795,7
QA10	194	2457	795,7
Seção - CANOAS	182	2513	765,8
QA13	180	2513	765,2
QA16	154	4889	763,3
UHE SÃO ROQUE	134	5286	763,2
	134	5286	715,0
UHE GARIBALDI	87	7758	709,2
	87	7758	680,0
QA19	67	8033	669,1
UHE CAMPOS NOVOS	21	8895	661,8
	21	8895	510,0
JUSANTE	0	9080	506,1

Da Figura 5-32 à Figura 5-35 são apresentados os hidrogramas de cheias com recorrência de 1000 anos nas diversas seções ao longo do curso do rio Canoas e, da Figura 5-36 à Figura 5-40, os cotogramas obtidos nos locais dos aproveitamentos hidrelétricos.

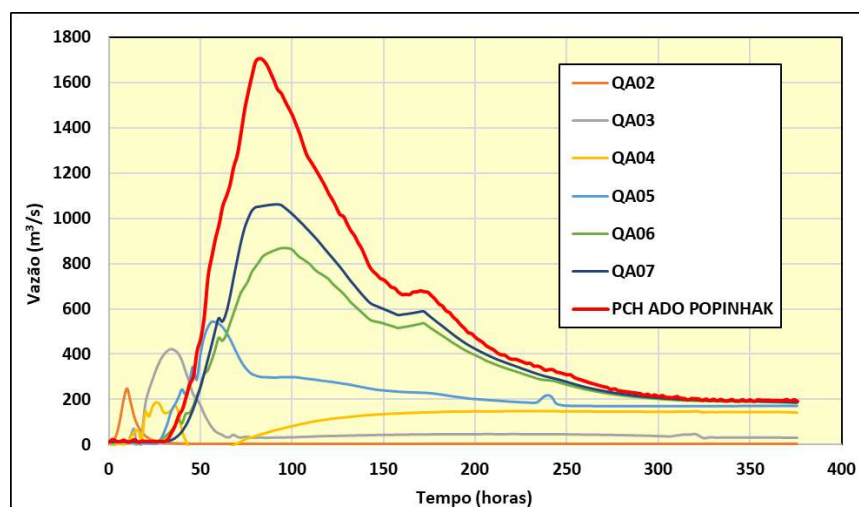


Figura 5-32: Cheias Milenares: Montante da PCH ADO Popinhak – Cenário Curto Prazo

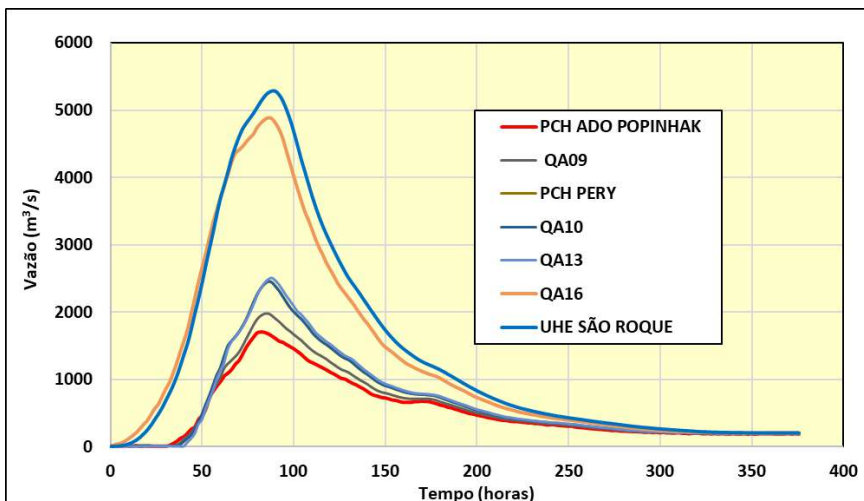


Figura 5-33: Cheias Milenares: PCH ADO Popinhak a UHE São Roque – Cenário Curto Prazo

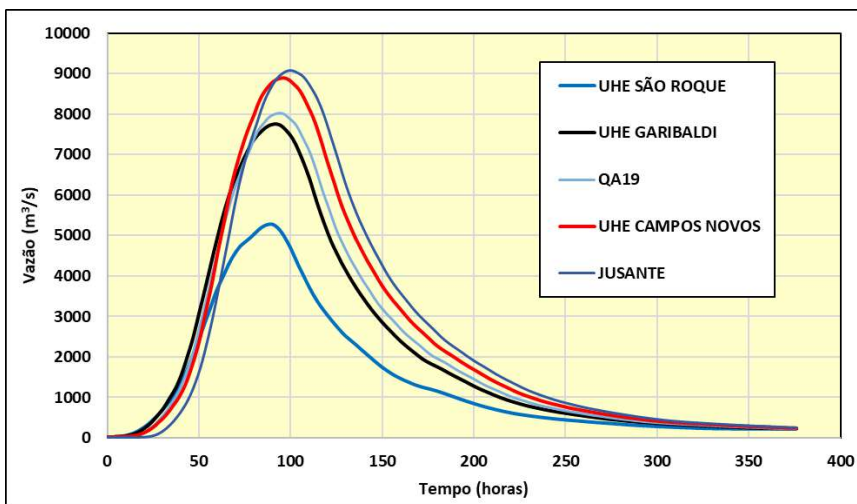


Figura 5-34: Cheias Milenares: UHE São Roque a Seção Jusante – Cenário Curto Prazo

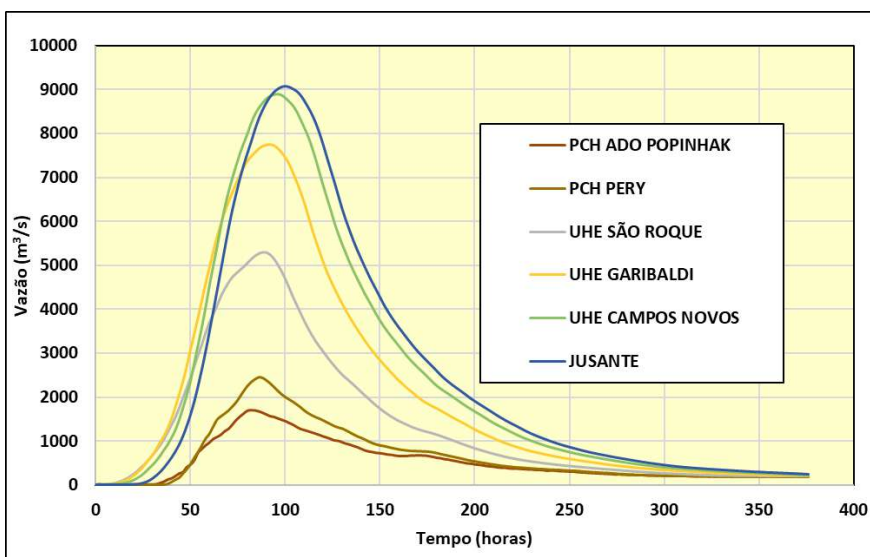


Figura 5-35: Cheias Milenares: Hidrogramas nos Eixos dos barramentos – Cenário Curto Prazo

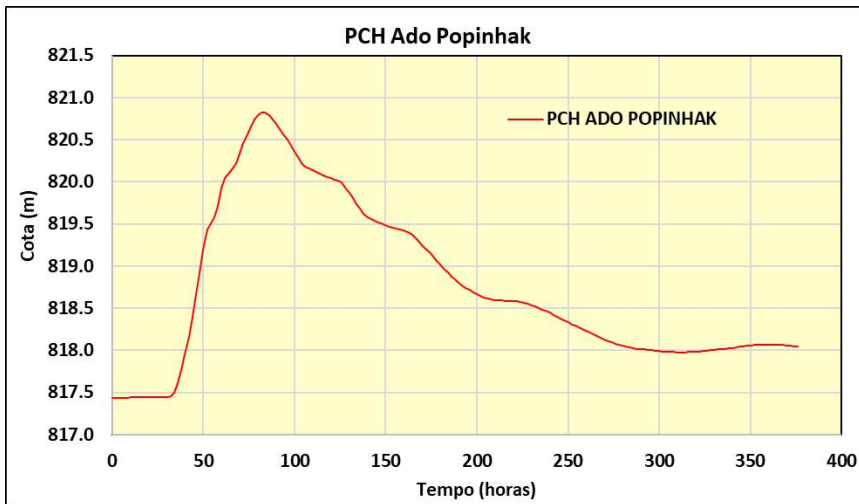


Figura 5-36: Cheia Milenar: PCH ADO Propinhak – Cenário Curto Prazo

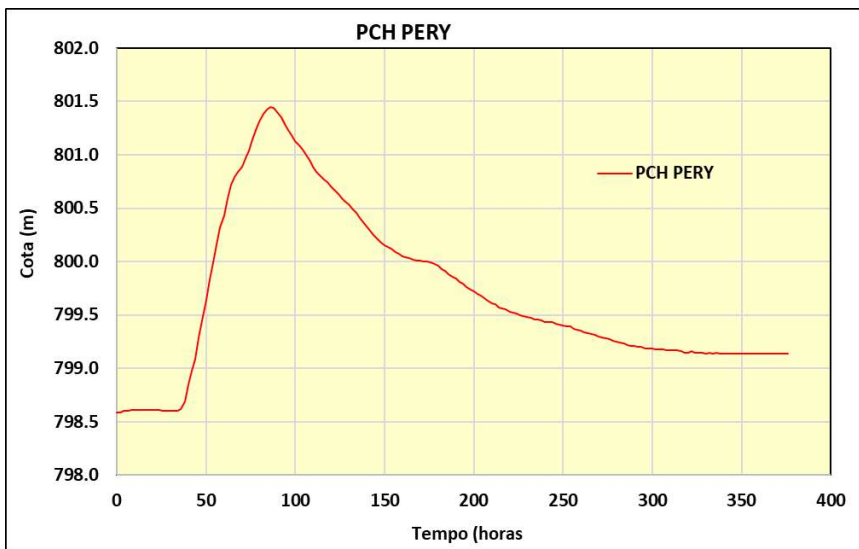


Figura 5-37: Cheia Milenar: PCH Pery – Cenário Curto Prazo

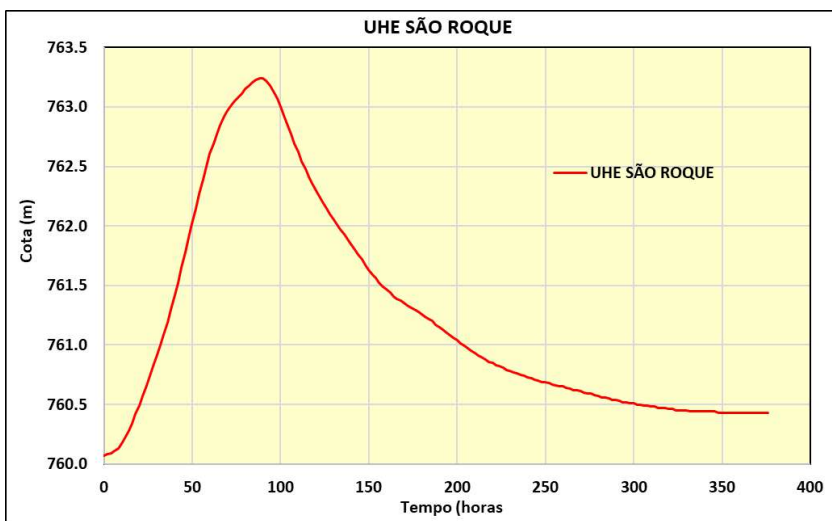


Figura 5-38: Cheia Milenar: UHE São Roque – Cenário Curto Prazo

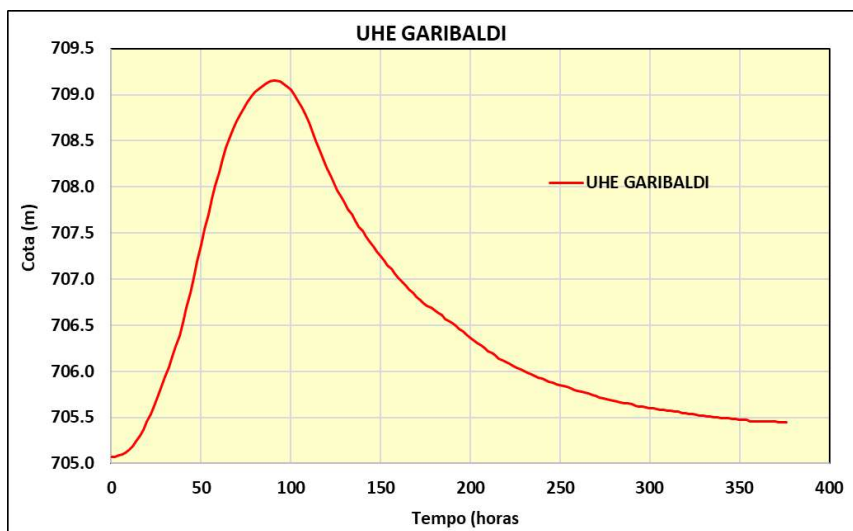


Figura 5-39: Cheia Milenar: UHE Garibaldi – Cenário Curto Prazo

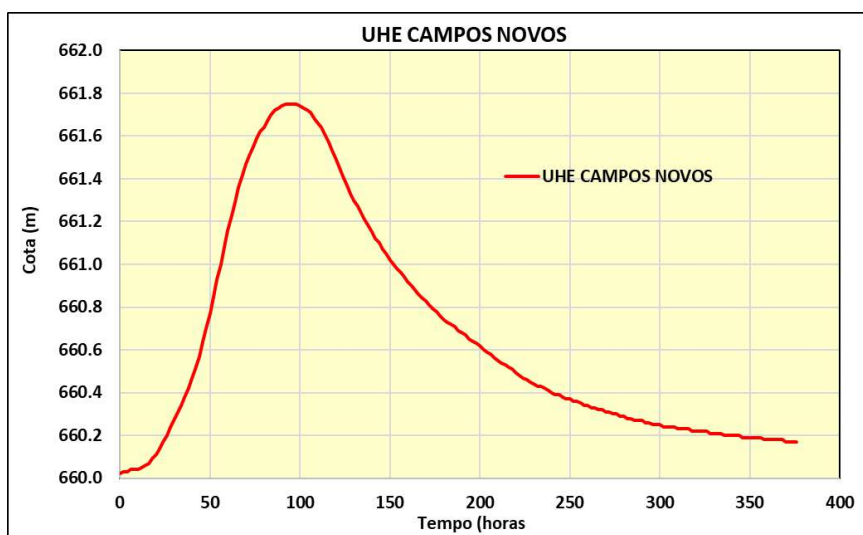


Figura 5-40: Cheia Milenar: UHE Campos Novos – Cenário Curto Prazo

### 5.3. Simulação do Cenário de Médio Prazo - 2030

A seguir são apresentados os resultados da simulação considerando a presença dos seis aproveitamentos: PCH Aço Popinhak, PCH Pery, PCH Canoas, UHE São Roque, UHE Garibaldi e UHE Campos Novos.

#### 5.3.1. Análise para a Vazão Média de Longo Termo ( $Q_{MLT}$ )

Na Figura 5-41 é apresentado o perfil da linha d'água considerando a afluência da vazão média de longo termo ( $Q_{MLT}$ ).

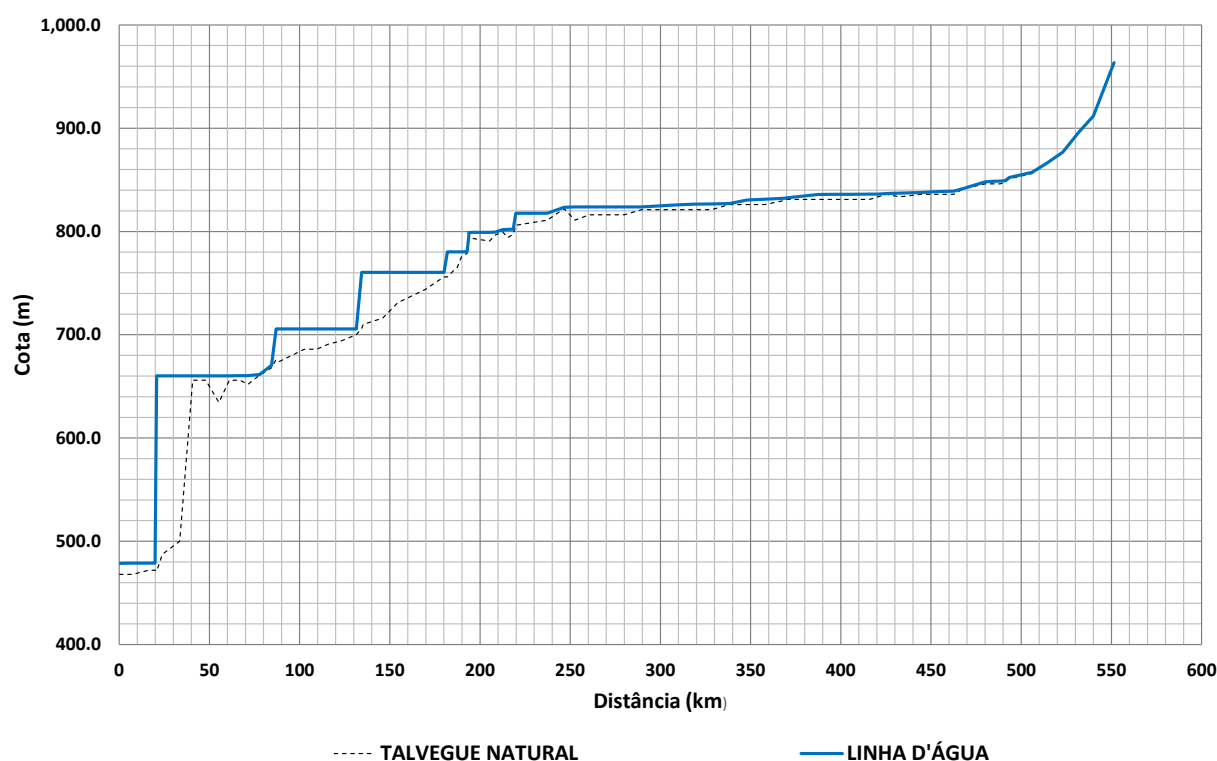


Figura 5-41: Perfil da Linha d'água para a Vazão  $Q_{MLT}$  – Cenário Médio Prazo

Na Tabela 5-7 apresenta-se o resumo dos resultados obtidos da simulação em diversos pontos do curso do rio Canoas considerando a veiculação da vazão  $Q_{MLT}$ .

Tabela 5-7: Vazão  $Q_{MLT}$  – Cenário Médio Prazo

Local	Distância (m)	Cota de Fundo (m)	Vazão $Q_{MLT}$ ( $m^3/s$ )	NA (m)
SEÇÃO 5-Campo	552	963,0	3,0	963,4
SEÇÃO 35	540	911,1	3,0	911,8
SEÇÃO 34	532	896,1	3,0	896,2
SEÇÃO 33	523	876,1	3,0	876,8
QA02	515	866,1	20,0	866,5
SEÇÃO 32	506	856,1	20,0	857,2
Interpolada	503	854,8	20,0	856,0
Interpolada	500	853,6	20,0	854,7
Interpolada	496	852,3	20,0	853,6
SEÇÃO 31	493	851,1	20,0	852,1
SEÇÃO 4-Campo	491	847,7	20,0	849,1
SEÇÃO 30	488	846,1	20,0	848,8
Interpolada	484	846,1	20,0	848,5
SEÇÃO 29	480	846,1	20,0	848,1

Local	Distância (m)	Cota de Fundo (m)	Vazão Q <sub>MLT</sub> (m <sup>3</sup> /s)	NA (m)
SEÇÃO 28	468	841,1	20,0	841,5
SEÇÃO 27	463	836,1	20,0	839,0
QA03	454	836,1	20,0	838,6
SEÇÃO 26	444	836,1	20,0	837,7
SEÇÃO 3-Campo	433	833,5	20,0	837,2
SEÇÃO 24	425	836,1	20,0	836,8
Interpolada	421	833,6	20,0	836,2
SEÇÃO 23	416	831,1	20,0	836,2
SEÇÃO 22	406	831,1	20,0	836,1
SEÇÃO 21	397	831,1	20,0	836,0
QA04	387	831,1	72,0	835,9
SEÇÃO 2-Campo	370	831,1	72,0	832,6
SEÇÃO 19	369	830,0	72,0	832,2
SEÇÃO 18	358	826,1	72,0	831,3
SEÇÃO 17	348	826,1	72,0	830,5
SEÇÃO 16	338	826,1	72,0	827,1
SEÇÃO 15	328	821,1	72,0	826,7
QA05	319	821,1	89,0	826,5
SEÇÃO 1-Campo	308	821,1	89,0	825,7
SEÇÃO 13	299	821,1	89,0	824,8
SEÇÃO 12	290	821,1	89,0	823,8
SEÇÃO 11	280	816,1	89,0	823,8
Interpolada	275	816,1	89,0	823,8
SEÇÃO 10	270	816,1	89,0	823,8
QA06	261	816,1	117,0	823,8
SEÇÃO 09	253	811,1	117,0	823,8
QA07	247	822,1	122,0	823,4
SEÇÃO 08	237	811,1	122,0	817,6
PCH ADO POPINHAK	220	806,1	139,3	817,6
S-13	218	797,3	139,3	802,2
S-11	215	794,0	139,3	802,1
S-10	213	799,5	139,3	801,9
S-8	208	796,5	139,3	799,3
S-1- QA09	205	790,8	143,0	799,2

Local	Distância (m)	Cota de Fundo (m)	Vazão Q <sub>MLT</sub> (m <sup>3</sup> /s)	NA (m)
SC-457	197	793,0	143,0	799,1
PCH PERY	194	796,1	145,7	799,0
PRIME18 - QA10	194	794,0	147,0	794,4
STB12	193	779,0	147,0	780,4
STB10	190	775,7	147,0	780,2
STB06	187	765,2	147,0	780,2
STB05	186	763,2	147,0	780,2
PCH CANOAS	182	756,1	147,1	780,2
QA13	180	756,1	147,0	760,5
Interpolada	175	750,1	147,0	760,5
PRIME17	170	744,0	147,0	760,5
PRIME16	158	734,0	147,0	760,5
QA16	154	731,1	241,0	760,5
PRIME15	146	716,0	241,0	760,5
UHE SÃO ROQUE	135	710,0	241,0	760,5
PRIME13	134	706,1	247,2	760,5
PRIME12	131	700,0	247,2	705,6
SEÇÃO 06	123	694,0	247,2	705,6
Interpolada	116	691,1	247,2	705,6
PRIME11	109	686,0	247,2	705,6
SEÇÃO 05	103	686,1	247,2	705,6
PRIME10	89	674,0	247,2	705,6
UHE GARIBALDI	87	676,1	313,3	705,6
PRIME09	84	668,0	313,3	670,5
SEÇÃO 04	78	661,1	313,3	661,5
PRIME08	71	652,0	313,3	660,3
QA19	67	656,1	315,0	660,3
SEÇÃO 03	61	656,1	315,0	660,3
PRIME07	55	634,5	315,0	660,3
SEÇÃO 02	48	656,1	315,0	660,3
SEÇÃO 01	41	656,1	315,0	660,2
PRIME06	33	500,0	315,0	660,2
PRIME05	24	487,5	315,0	660,2
UHE CAMPOS NOVOS	21	471,1	343,4	660,2



Local	Distância (m)	Cota de Fundo (m)	Vazão $Q_{MLT}$ ( $m^3/s$ )	NA (m)
PRIME04	20	472,0	343,4	478,9
PRIME03	16	472,0	343,4	478,8
PRIME02 - QA20	7	468,0	346,0	478,8
PRIME01	0	468,0	346,0	478,8

### 5.3.2. Análise para a Cheia Centenária – Cenário de Médio Prazo

Na Figura 5-42 é apresentado o perfil da linha d'água máximo de projeto considerando as cheias de projeto com períodos de recorrência de 100 anos.

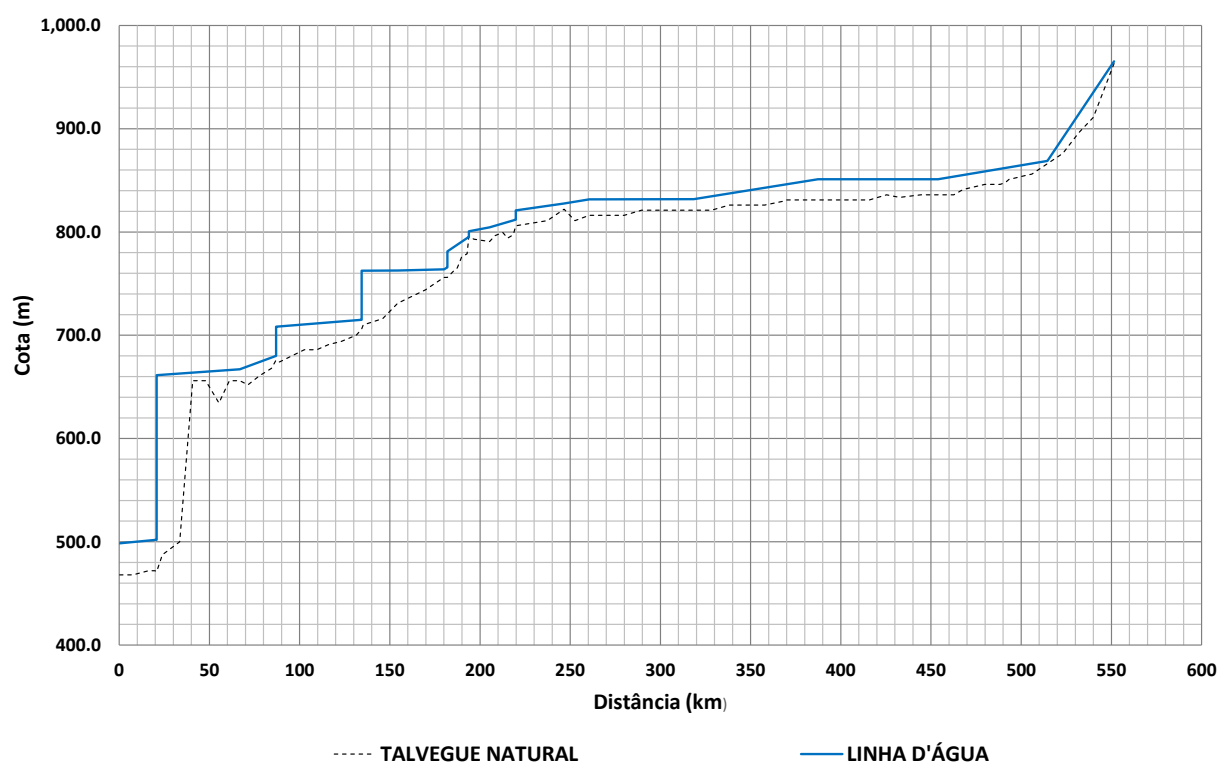


Figura 5-42: Perfil da Linha d'água para a Vazão  $Q_{100}$  – Cenário Médio Prazo

Na Tabela 5-8 apresenta-se o resumo dos resultados obtidos na simulação em diversos pontos do curso do rio Canoas considerando a vazão máxima obtida da simulação e a cota do pico da cheia de projeto associadas a recorrência de 100 anos.

Tabela 5-8: Vazão  $Q_{100}$  – Cenário Médio Prazo

Local	Distância (m)	Vazão $Q_{100}$ ( $m^3/s$ )	NA (m)
QA01	552	21	965,3
QA02	515	190	868,8
QA03	454	309	851,1

Local	Distância (m)	Vazão Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /s)	NA (m)
QA04	387	152	851,1
QA05	319	429	831,8
QA06	261	616	831,6
QA07	247	753	827,5
PCH ADO POPINHAK	220	1211	820,8
	220	1211	812,0
QA09	205	1404	804,4
PCH PERY	194	1556	800,8
	194	1556	795,2
QA10	194	1556	795,2
PCH CANOAS	182	1611	781,3
	182	1611	765,8
QA13	180	1611	763,9
QA16	154	3296	762,6
UHE SÃO ROQUE	134	3612	762,6
	134	3612	715,0
UHE GARIBALDI	87	5417	708,3
	87	5417	680,0
QA19	67	5633	667,1
UHE CAMPOS NOVOS	21	6234	661,4
	21	6234	502,0
JUSANTE	0	6383	498,5

Da Figura 5-43 à Figura 5-46 são apresentadas as composições dos hidrogramas de cheias com recorrência de 100 anos em diversas seções existentes ao longo do curso do rio Canoas onde estão incluídos os locais dos 6 aproveitamentos hidrelétricos e, da Figura 5-47 à Figura 5-52, os cotogramas obtidos nos locais dos 6 barramentos.

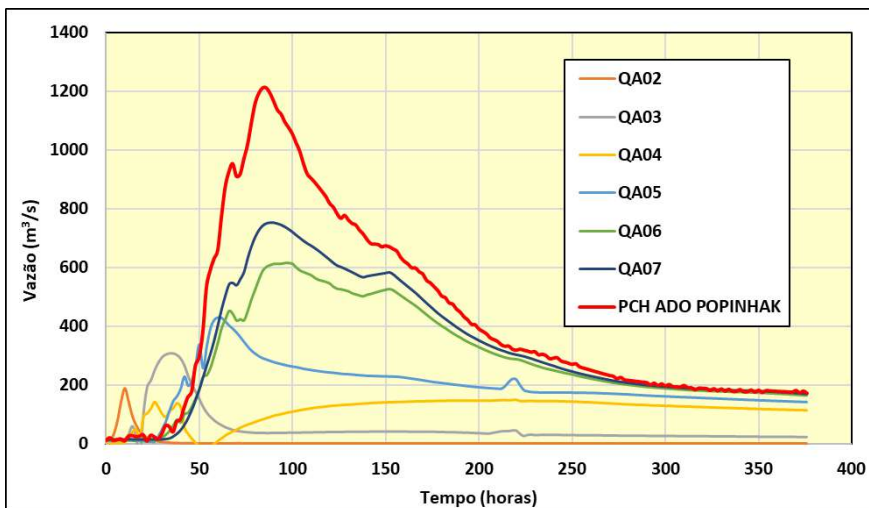


Figura 5-43: Cheias Centenárias: A montante da PCH ADO Propinhak – Cenário Médio Prazo

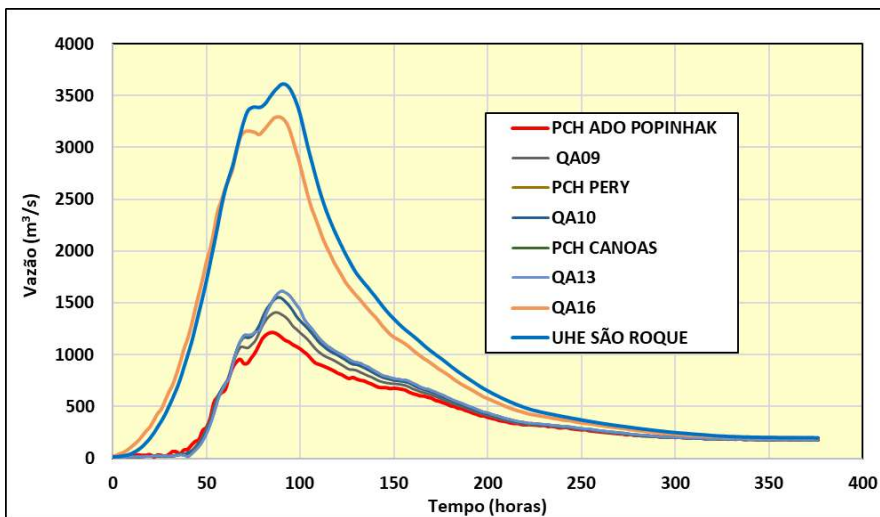


Figura 5-44: Cheias Centenárias: PCH ADO Propinhak a UHE São Roque – Cenário Médio Prazo

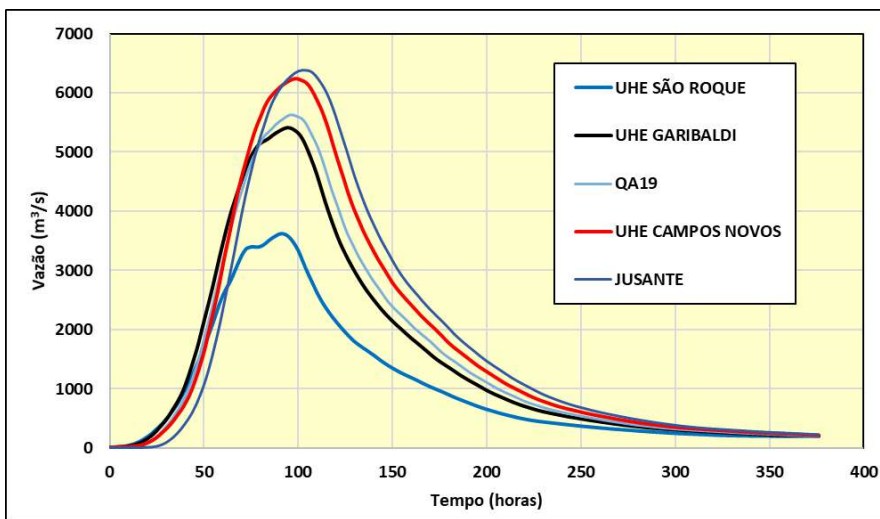


Figura 5-45: Cheias Centenárias: UHE São Roque a Seção Jusante – Cenário Médio Prazo

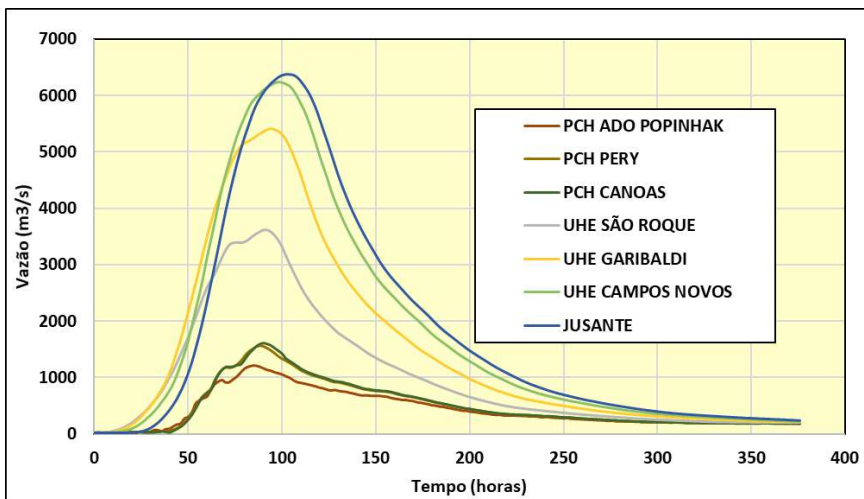


Figura 5-46: Cheias Centenárias: Hidrogramas nos Eixos dos barramentos – Cenário Médio Prazo

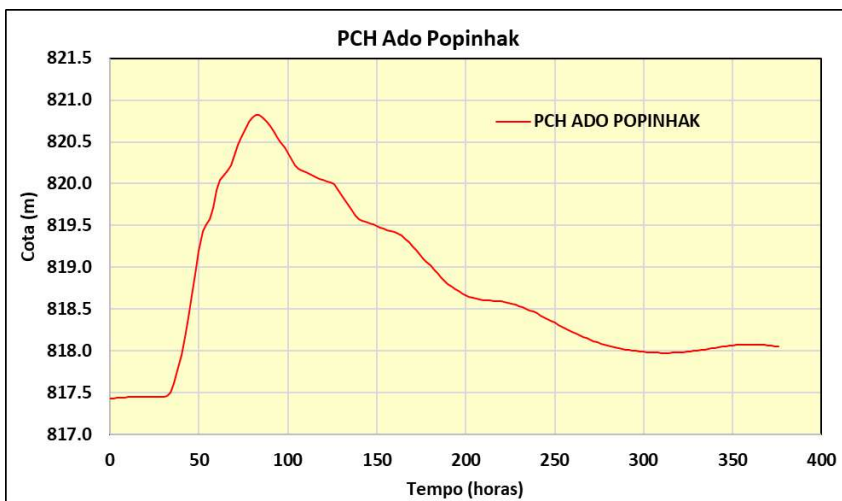


Figura 5-47: Cheia Centenária: PCH ADO Propinhak – Cenário Médio Prazo

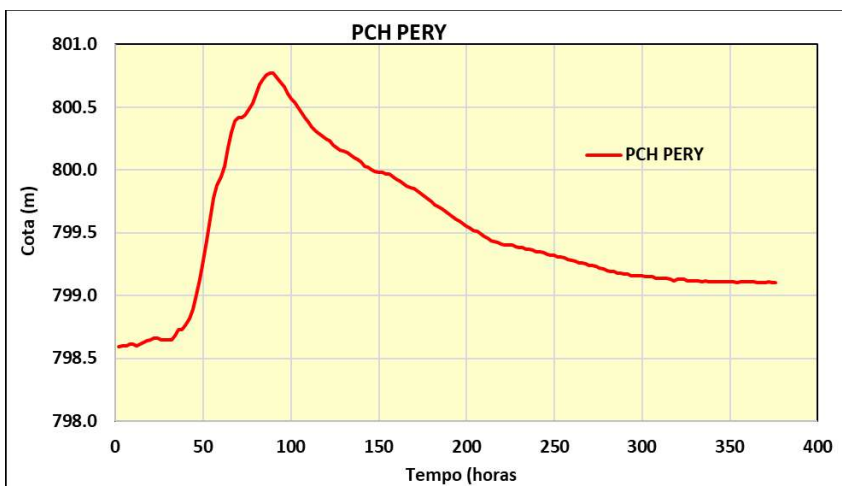


Figura 5-48: Cheia Centenária: PCH Pery – Cenário Médio Prazo

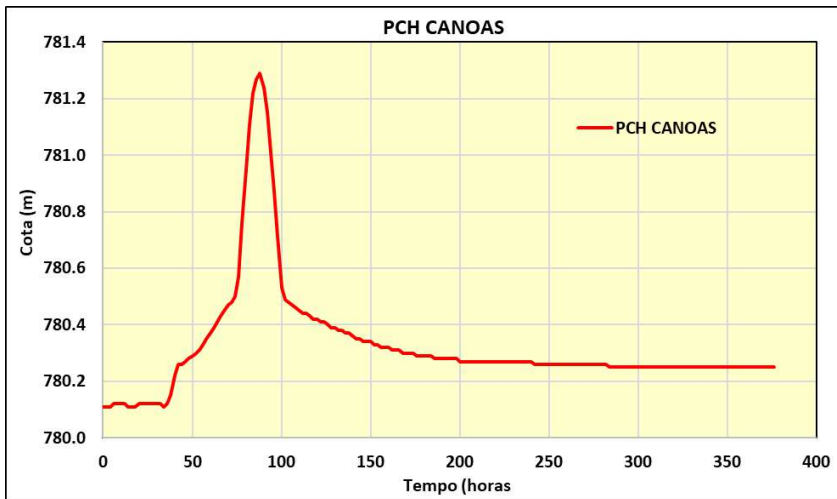


Figura 5-49: Cheia Centenária: PCH Canoas – Cenário Médio Prazo

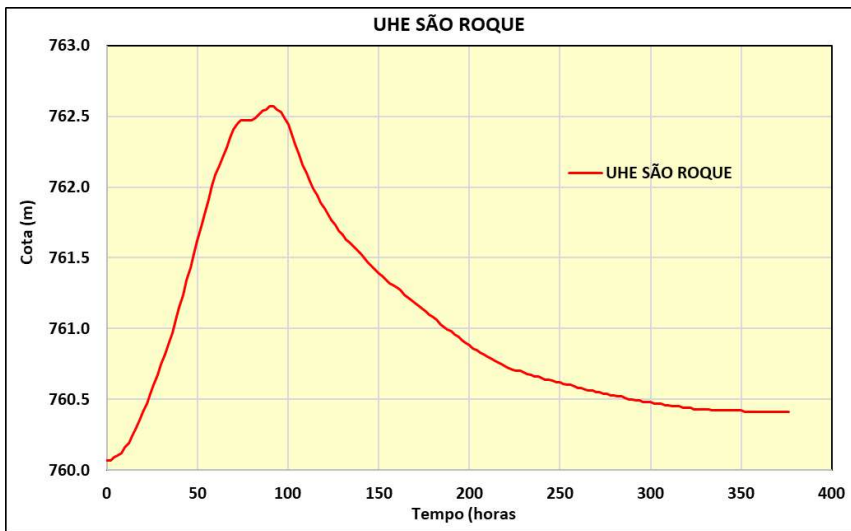


Figura 5-50: Cheia Centenária: UHE São Roque – Cenário Médio Prazo

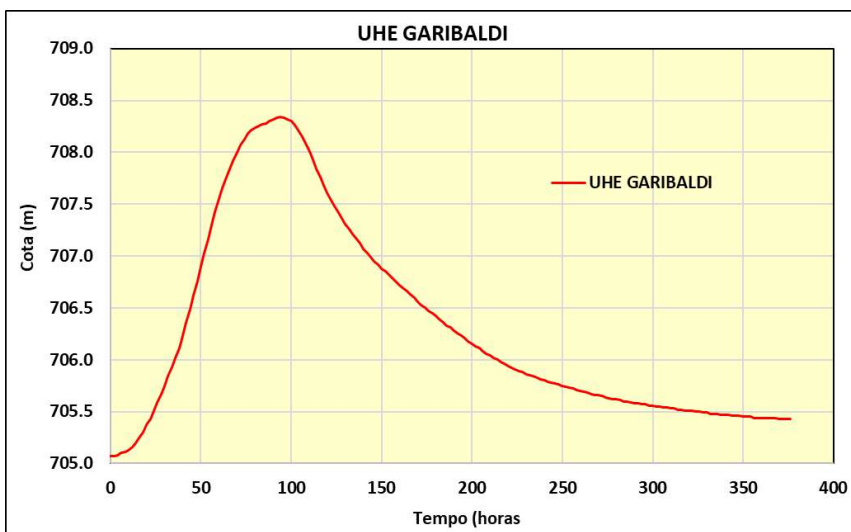


Figura 5-51: Cheia Centenária: UHE Garibaldi – Cenário Médio Prazo

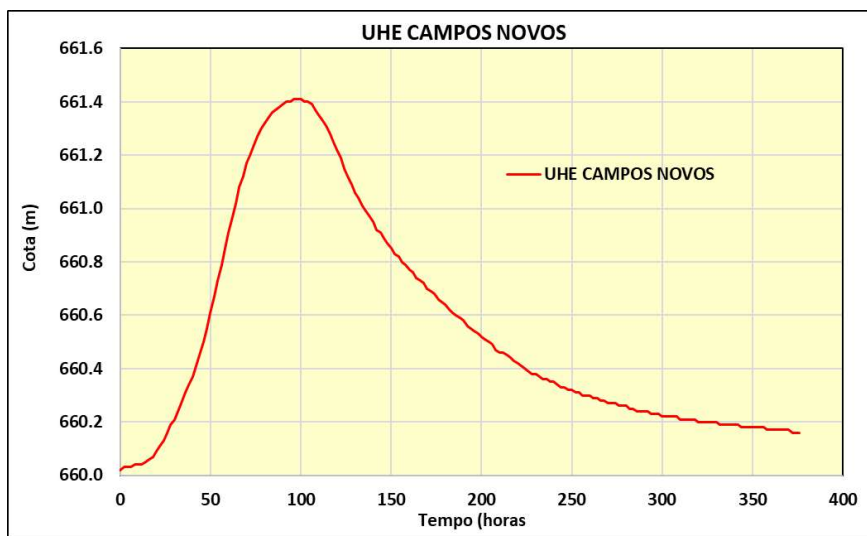


Figura 5-52: Cheia Centenária: UHE Campos Novos – Cenário Médio Prazo

### 5.3.3. Análise para a Cheia Milenar

Na Figura 5-53 é apresentado o perfil da linha d'água máximo considerando as cheias com períodos de recorrência de 1000 anos.

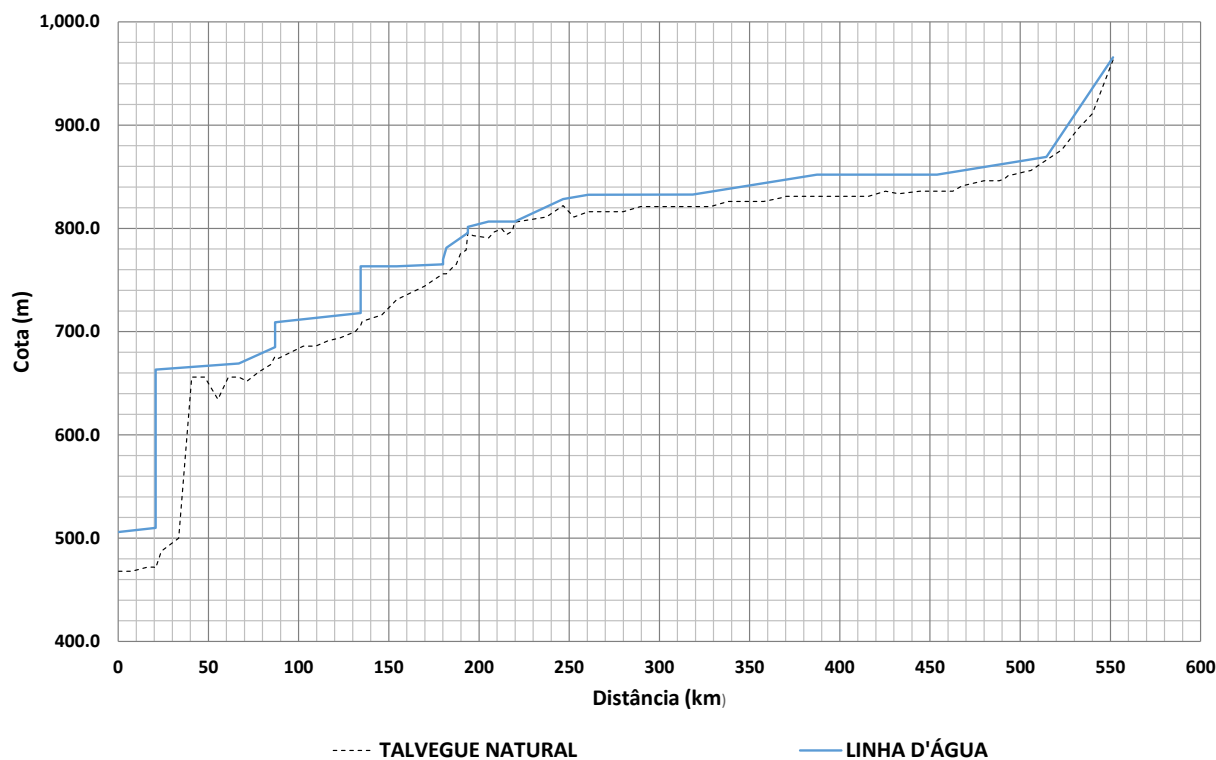


Figura 5-53: Perfil da Linha d'água para a Vazão  $Q_{1000}$  – Cenário Médio Prazo

Na Tabela 5-9 é apresentado um resumo dos resultados obtidos da simulação em diversos pontos do curso do rio Canoas, considerando a vazão máxima obtida da simulação e a cota do pico das cheias associadas a uma recorrência de 1000 anos.

Tabela 5-9: Vazão  $Q_{1000}$  – Cenário Médio Prazo

Local	Distância (m)	Vazão $Q_{100}$ ( $m^3/s$ )	NA (m)
QA01	552	27	965,6
QA02	515	247	869,3
QA03	454	421	852,0
QA04	387	188	852,0
QA05	319	542	832,8
QA06	261	870	832,6
QA07	247	1061	828,4
PCH ADO POPINHAK	220	1706	806,6
	220	1706	806,6
QA09	205	1977	806,6
PCH PERY	194	2457	801,5
	194	2457	795,6
QA10	194	2457	795,6
PCH CANOAS	182	2502	781,3
	180	2502	770,0
QA13	180	2502	765,2
QA16	154	4881	763,3
UHE SÃO ROQUE	134	5282	763,2
	134	5282	718,0
UHE GARIBALDI	87	7755	709,2
	87	7755	685,0
QA19	67	8031	669,2
UHE CAMPOS NOVOS	21	8893	663,2
	21	8893	510,0
JUSANTE	0	9070	506,0

Da Figura 5-54 à Figura 5-57 são apresentadas as composições dos hidrogramas das ondas de cheias com recorrência de 1000 anos em diversas seções existentes ao longo do curso do rio Canoas e, da Figura 5-58 à Figura 5-63, os cotogramas obtidos nos locais de barramento.



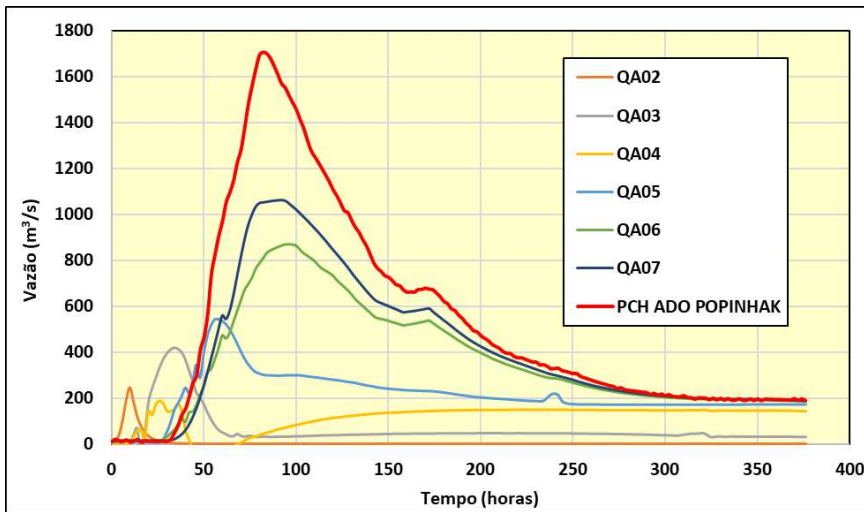


Figura 5-54: Cheias Milenares: A montante da PCH ADO Propinhak – Cenário Médio Prazo

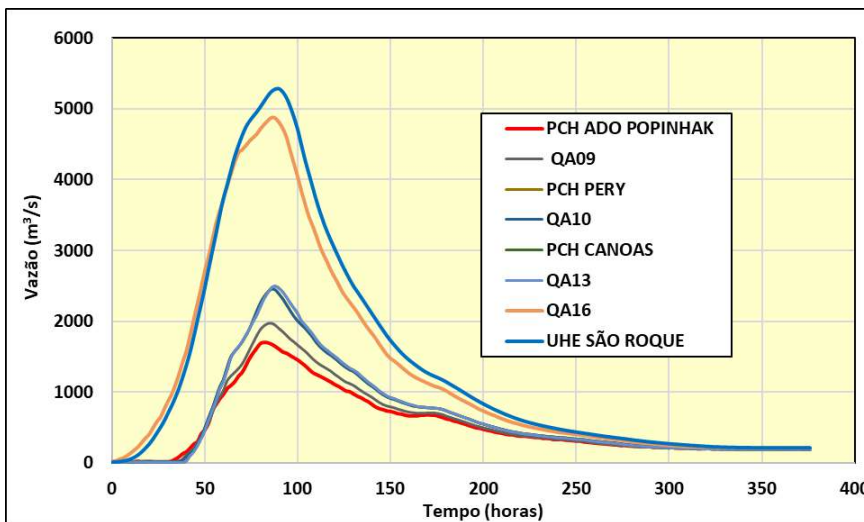


Figura 5-55: Cheias Milenares: PCH ADO Propinhak a UHE São Roque – Cenário Médio Prazo

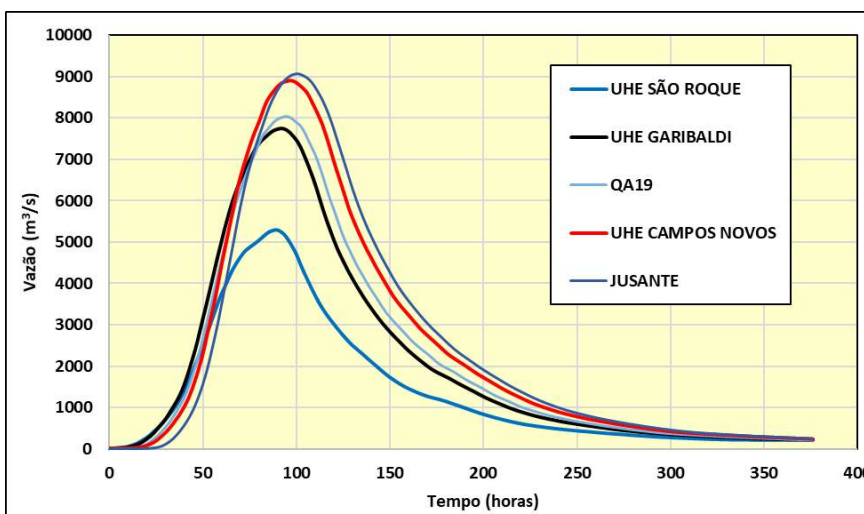


Figura 5-56: Cheias Milenares: UHE São Roque a Seção Jusante – Cenário Médio Prazo

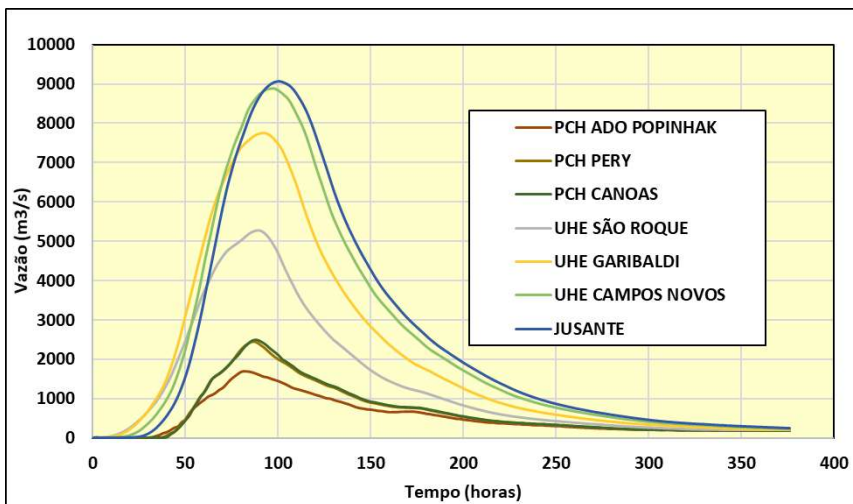


Figura 5-57: Cheias Milenares: Hidrogramas nos Eixos dos barramentos – Cenário Médio Prazo

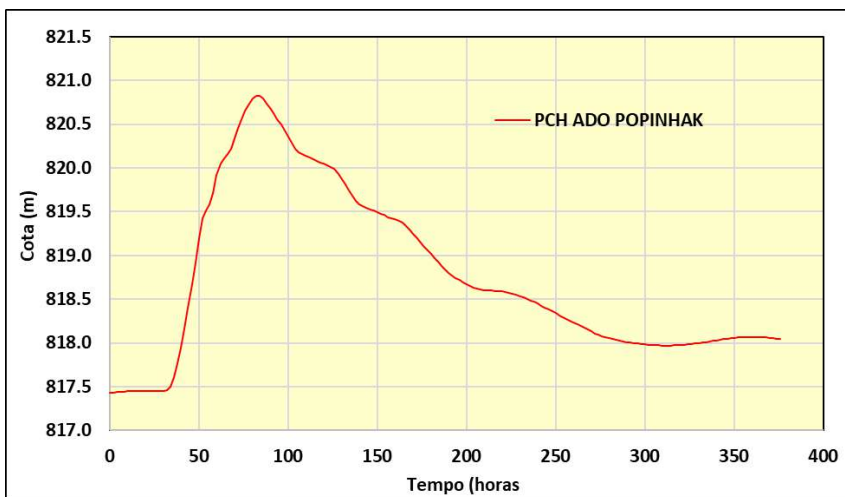


Figura 5-58: Cheia Milenar: PCH ADO Propinhak – Cenário Médio Prazo

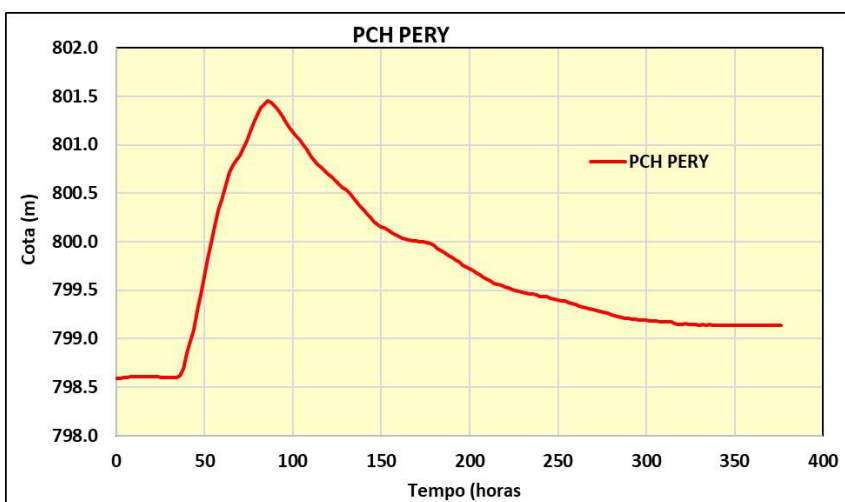


Figura 5-59: Cheia Milenar: PCH Pery – Cenário Médio Prazo

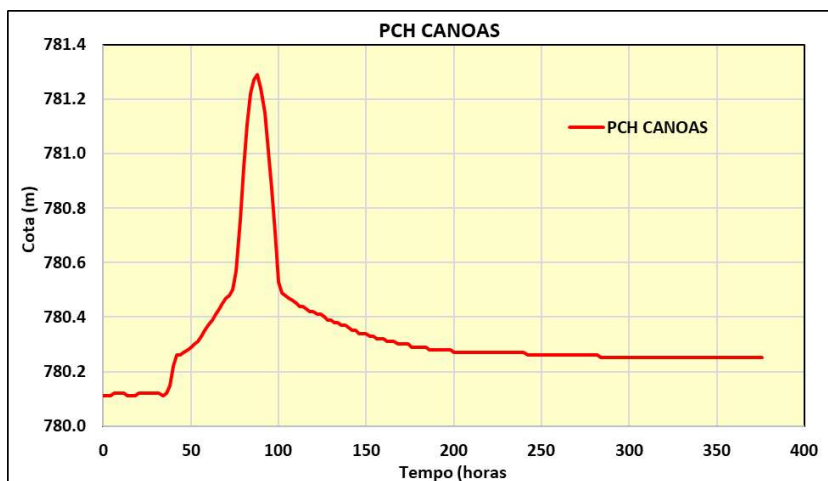


Figura 5-60: Cheia Milenar: PCH Canoas – Cenário Médio Prazo

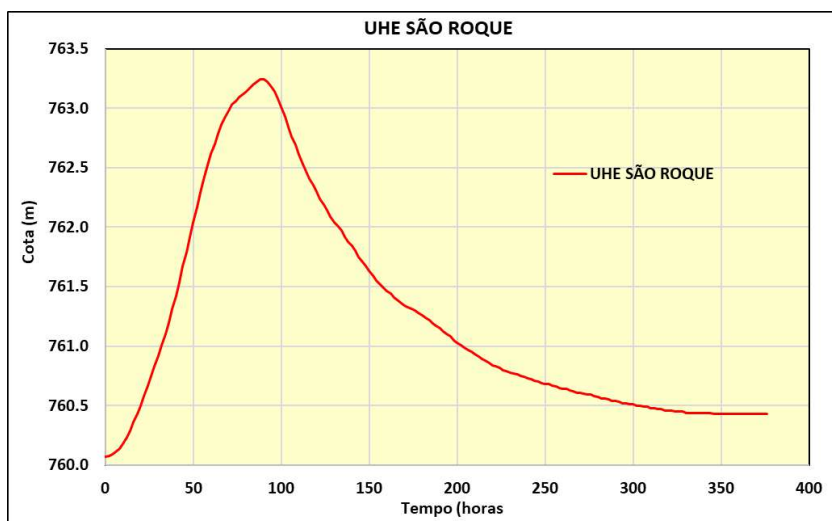


Figura 5-61: Cheia Milenar: UHE São Roque – Cenário Médio Prazo

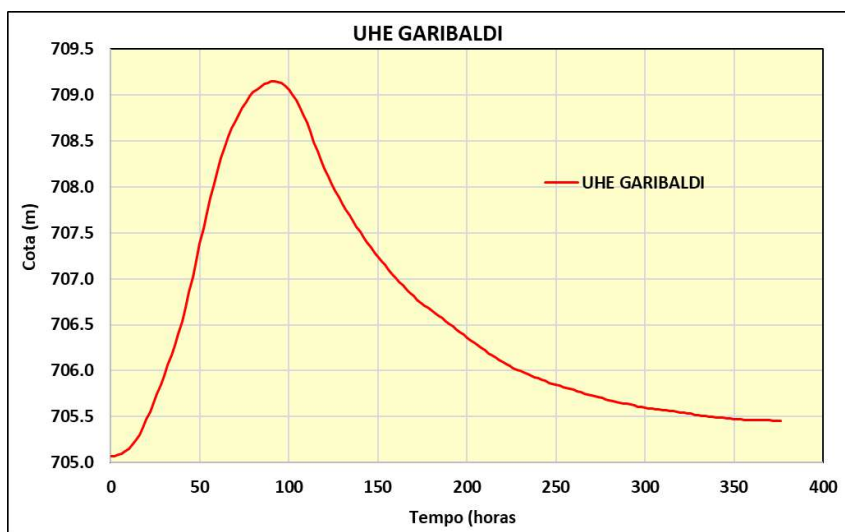


Figura 5-62: Cheia Milenar: UHE Garibaldi – Cenário Médio Prazo

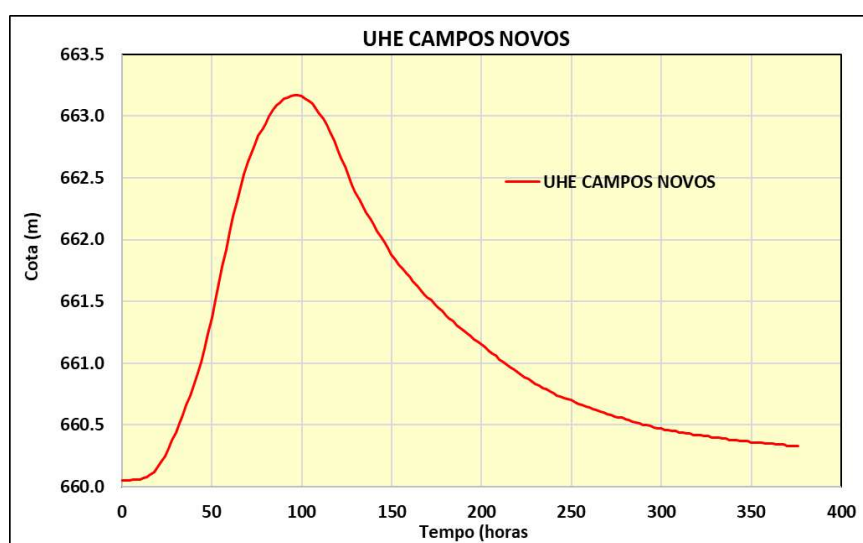


Figura 5-63: Cheia Milenar: UHE Campos Novos – Cenário Médio Prazo

#### 5.4. Simulação do Cenário de Longo Prazo – 2040

Como não há previsão de ocupação da bacia com outros barramentos além dos listados o Cenário de Longo Prazo é igual ao de Médio Prazo.

#### 5.5. Análise Comparativa entre as Condições Com e Sem a PCH Canoas

Como se pode verificar pelas simulações, a implantação do aproveitamento de Canoas produzirá interferências mínimas nos valores de vazões e de níveis d'água, a jusante do eixo de barramento.

Este fato decorre do pequeno volume de acumulação do reservatório da PCH Canoas que apresenta no nível máximo normal de operação de 780,0 m um volume de apenas 12,29 hm<sup>3</sup>, o que, para a vazão média de longo termo, de 147,12 m<sup>3</sup>/s, o tempo de residência da água no reservatório resultará em valor próximo de um dia, portanto, mesmo com a implantação do reservatório, aquele trecho manterá regime de escoamento semelhante ao de um ambiente lótico.

## 6. MODELAGEM DE QUALIDADE DA ÁGUA

Os estudos de modelagem de qualidade da água foram baseados no aplicativo HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System) - versão 5.0.7 (março de 2019), concebido pelo “U.S. Army Corps of Engineers”.

Nesta abordagem foram considerados os mesmos cenários de composições de obras hidráulicas:

- Cenário atual. Consideram os empreendimentos em operação: UHE Campos Novos; UHE Garibaldi; PCH Pery e PCH Ado Popinhak;
- Cenário de Curto Prazo. Inclui a UHE São Roque, cujo início de operação pode ocorrer até o final do ano de 2021;
- Cenário de Médio Prazo 2030. Inclui a PCH Canoas, compondo a cascata completa formada pelos seis aproveitamentos. O Cenário de Longo Prazo tem a mesma configuração do de Médio Prazo.

Os cenários hidrológicos analisados foram os seguintes:

- Vazão de seca = 50% da vazão  $Q_{98\%}$ ;
- Vazão média =  $Q_{MLT}$  e
- Vazão de cheia =  $Q_{1.000}$

### 6.1. Dados de Entrada para a Modelagem Matemática

Para a montagem da base de dados de entrada da modelagem matemática foram consideradas séries de vazões características, determinadas conforme apresentado no item 4.2.15, e os resultados de amostragem de qualidade da água ao longo do curso do rio Canoas.

#### 6.1.1. Dados de Amostragem de Qualidade da Água

Para a realização dos estudos foi disponibilizada uma base de dados de amostragem de qualidade da água desenvolvidas no período de 16/12/20 e 05/02/21, com uma coleta por ponto desenvolvidas em 20 seções distribuídas ao longo de todo o percurso do rio Canoas. Na Figura 6-1 é apresentada a localização dos pontos de amostragens de qualidade da água.



Figura 6-1: Pontos de Amostragens de Qualidade da Água.

Na Tabela 6-1 são apresentados dados dos parâmetros mais relevantes utilizados nos estudos de modelagem matemática.

Baseado nos resultados das amostragens de qualidade da água, verifica-se para este grupo de parâmetros, o atendimento dos Valores Máximos Permitidos (VMP) do que determina a Resolução CONAMA 357/2005, para enquadramento de rio em classe 2.

O único constituinte que não atendeu esta Resolução foi o fósforo total que no ponto QA-16 comparece com uma concentração de 0,132 mg/L, superando o valor máximo normalizado de 0,100 mg/L.

Tabela 6-1: Dados de Amostragem de Qualidade da Água

	PONTO DE COLETA						
Parâmetros	QA-01	QA-02	QA-03	QA-04	QA-05	QA-06	QA-07
Data	16/12/20 20	16/12/20 20	16/12/20 20	16/12/20 20	16/12/20 20	07/01/20 21	07/01/20 021
Temperatura da água (°C)	17	23,4	23,1	22,8	23,2	23,1	23,5
pH	6,57	7,19	6,71	6,39	6,6	7,37	7,27
OD (mg/L)	8,91	7,48	7,4	6,97	6,69	7,25	7,02
DBO (mg/L)	<2,79	<2,79	<2,79	<2,79	<2,79	<2,79	<2,79
NO <sub>3</sub> (mg/L)	<1,42	1,52	2,14	3,64	4,18	3,11	3,52
NH <sub>3</sub> (mg/L)	<0,10	0,14	0,24	0,37	0,6	0,26	0,35
Fósforo Dissol. (mg/L)	<0,013	0,024	0,019	0,038	0,039	0,043	0,042
Fósforo Total (mg/L)	<0,013	0,032	0,039	0,044	0,045	0,094	0,091
Clorofila a (NMP/100mL)	<4,7	<4,7	<4,7	<4,7	<4,7	<4,7	<4,7
	PONTO DE COLETA						
Parâmetros	QA-08	QA-09	QA-10	QA-11	QA-12	QA-13	QA-14
Data	07/01/20 21	17/12/20 20	17/12/20 20	17/12/20 20	17/12/20 20	17/12/20 20	17/12/20 020
Temperatura da água (°C)	24,4	23,2	24,2	24,4	26,1	25,4	24,5
pH	7,32	6,83	6,86	6,97	6,94	6,98	6,88
OD (mg/L)	6,86	7,12	7,03	7,34	6,97	7,08	7,02
DBO (mg/L)	<2,79	<2,79	<2,79	<2,79	<2,79	<2,79	<2,79
NO <sub>3</sub> (mg/L)	2,25	3,13	3,89	3,29	2,79	3,26	3,28
NH <sub>3</sub> (mg/L)	0,17	0,28	0,27	0,25	0,25	0,27	0,26
Fósforo Dissol. (mg/L)	0,037	0,044	0,045	0,037	0,037	0,03	0,028
Fósforo Total (mg/L)	0,065	0,052	0,054	0,044	0,038	0,038	0,037
Clorofila a (NMP/100mL)	<4,7	<4,7	<4,7	<4,7	<4,7	<4,7	<4,7



Parâmetros	PONTO DE COLETA					
	QA-15	QA-16	QA-17	QA-18	QA-19B	QA-20
Data	17/12/20 20	06/01/20 21	06/01/20 21	17/12/20 20	05/02/20 21	06/01/20 21
Temperatura da água (°C)	26,3	24,1	24,2	26,20	26,60	27,90
pH	6,92	7,5	7,55	7,21	6,46	7,53
OD (mg/L)	7,37	7,67	7,58	7,85	4,01	7,56
DBO (mg/L)	9,28	<2,79	<2,79	<2,79	<2,79	<2,79
NO3 (mg/L)	4	2,9	3,03	3,48	<1,42	1,95
NH3 (mg/L)	0,41	0,2	0,18	0,2	0,35	0,1
Fósforo Dissol. (mg/L)	0,022	0,041	0,042	<0,013	0,047	0,102
Fósforo Total (mg/L)	0,034	0,132	0,094	0,014	0,04	0,041
Clorofila a (NMP/100mL)	<4,7	<4,7	<4,7	<4,7	<4,7	<4,7

## 6.2. Análise do Comportamento da Cascata de Empreendimentos

Condicionado por um regime de precipitação intenso e padrão de ocorrência bimodal, as vazões do rio Canoas se caracterizam por elevada disponibilidade hídrica com comportamento sazonal pouco pronunciado, ou seja, sem a identificação de um período anual nitidamente seco.

No que se refere-se à qualidade da água, os parâmetros amostrados selecionados para a modelagem matemática praticamente atendem o que determina a resolução Conama 357/2005. Considera-se, no entanto, que estes resultados foram baseados em dados de uma única campanha de amostragem, representando uma janela hidrológica intermediária (meses de dezembro e janeiro) inserida entre os meses mais secos e mais úmidos.

Considerando que os padrões de qualidade da água são altamente influenciados pelo regime de chuvas e de vazões, recomendam-se o desenvolvimento de novas campanhas centralizadas principalmente no mês de abril (período de estiagem) e nos meses de setembro e outubro (período de cheias), procurando correlacionar a qualidade da água com as janelas hidrológicas.

Quando o recurso hídrico é alterado pela implantação de reservatórios, duas condições relacionadas a qualidade da água se sobressaem: as quedas nas taxas de oxigênio dissolvido ao eliminar trechos de corredeiras e o favorecimento do processo de eutrofização, onde fósforo aparece como parâmetro limitante desta cinética.

Na avaliação dos impactos causadas por reservatórios, o tempo de residência comparece como um dos parâmetros mais relevantes ao traduzir os processos de transformação de ambiente lótico para lântico.

A condição atual do rio Canoas é alterada atualmente pela presença de 4 empreendimentos hidrelétricos seguintes: Ado Popinhak, Pery, Garibaldi e Campos Novos e, em fase de entrada de operação encontra-se a UHE São Roque prevista para ocorrer no corrente ano de 2021.

A PCH Canoas, ainda em fase de estudos, vem completar este arranjo de empreendimentos.

Visando avaliar o impacto de cada aproveitamento são apresentados na Tabela 6-2 os dados referentes a disponibilidade hídrica, volume de acumulação no nível máximo normal e o tempo de residência das águas.



Tabela 6-2: Dados dos Aproveitamentos Hidrelétricos

Aproveitamento	Nível d'água Máx. Normal (m)	Volume (hm <sup>3</sup> )	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Tempo de Residência (dias)
PCH Ado Popinhak	817,00	0,90	139,33	0,08
PCH Pery	798,40	0,91	145,71	0,07
PCH Canoas	780,00	12,29	147,12	0,97
UHE São Roque	760,00	588,04	247,23	27,23
UHE Garibaldi	705,00	249,86	313,28	9,23
UHE Campos Novos	650,00	1477,00	313,28	54,57

O maior reservatório é o de Campos Novos, situado próximo a foz do rio Canoas, que apresenta um tempo de residência de 55 dias. Em seguida comparece São Roque com 28 dias e Garibaldi, com, aproximadamente, 9 dias.

A montante, aparecem os barramentos de Ado Popinhak e Pery, que apresentam reservatórios diminutos com tempos de residência de apenas 2 horas, conformando um ambiente assemelhado a lótico.

A PCH Canoas, objeto central dos estudos, apresenta um tempo de residência de, aproximadamente, um dia, também se assemelhando a ambiente lótico.

Segundo Straskraba, os reservatórios apresentam as seguintes classificações:

- Para tempo de residência até duas semanas: ambiente assemelhado a lótico;
- Para tempo de residência entre duas semanas e um ano: ambiente intermediário entre lético e lótico; e
- Para tempo de residência acima de 1 ano: ambiente lético.

Baseado nesta classificação, os empreendimentos Ado Popinhak, Pery, Canoas e Garibaldi são classificados como ambiente assemelhado a lótico; São Roque e Campos Novos como ambiente intermediário.

As concentrações máximas do fósforo total, segundo normalizado pela Resolução Conama 357/05 para enquadramento de rio em classe 2, também apresentam valores restritivos, condicionados ao tempo de residência:

- Concentração máxima de 0,1 mg/L para ambiente Lótico;
- Concentração de 0,05 mg/L para tempo de residência entre 2 e 40 dias e tributários diretos de ambiente lético; e
- Concentração de 0,03 mg/L para ambiente lético.

Nestas condições, para os três primeiros aproveitamentos da cascata, a concentração máxima de fósforo total é menos restritiva e limitada em 0,1 mg/L. Para São Roque e Garibaldi, a restrição máxima é limitada em 0,05 mg/L e, no caso do reservatório de Campos Novos, a limitação é mais restritiva, igual a 0,03 mg/L.

### 6.3. Apresentação dos Resultados da Modelagem Matemática

A seguir são apresentados os resultados gráficos das simulações referentes aos três cenários de implantação dos aproveitamentos hidrelétricos, onde são comparadas as variações dos parâmetros de qualidade da água ao longo de todo o percurso do rio Canoas.

Nestas análises foram considerados os seguintes parâmetros: Clorofila-a, Oxigênio Dissolvido, Demanda bioquímica do oxigênio (DBO), Nitrato, Amônia e Fósforo orgânico, avaliando o comportamento comparativo da qualidade da água referenciadas aos seguintes cenários de arranjos hidráulicos: Cenário Atual, Cenário de Curto Prazo e Cenário de Médio/Longo Prazo.

### 6.3.1. Condição: Vazão Média de Longo Termo ( $Q_{MLT}$ )

Na Tabela 6-3 são apresentados os valores das vazões médias de longo termo, e na Tabela 6-4 as concentrações dos parâmetros de qualidade da água obtidas dos trabalhos de amostragens, cujas bases foram utilizadas na composição dos dados de entrada da modelagem matemática.

Para os parâmetros Nitrito, Nitrogênio orgânico e Fósforo Orgânico, não contemplados no plano de monitoramento de qualidade da água, as concentrações foram estimadas com base em dados de estudos ambientais desenvolvidos na região.

Para os parâmetros DBO e Clorofila, que assinalaram concentrações abaixo do limite de quantificação do método analítico (LQ), adotou-se uma concentração igual a metade do LQ.

Tabela 6-3: Vazões Médias de Longo Termo ( $Q_{MLT}$ )

Local	Estaca	Vazão QMLT (m <sup>3</sup> /s)	
		Aporte	Acumulado
QA01	551513	3,0	3,0
QA02	514579	17,0	20,0
QA03	453919	26,0	46,0
QA04	387318	26,0	72,0
QA05	318514	17,0	89,0
QA06	260580	28,0	117,0
QA07	246598	5,0	122,0
QA08	237360	17,0	139,0
QA09	205324	4,0	143,0
QA10	193833	4,0	147,0
QA16	154328	94,0	241,0
QA17	134330	6,0	247,0
QA19	66901	68,0	315,0
QA20	16275	31,0	346,0

Tabela 6-4: Parâmetros de Qualidade da Água

Local	Temp. Água (°C)	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	NO3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO (mg/L)	NH3 (mg/L)	OPO4 (mg/L)	PO (mg/L)	CL_a (ug/L)
QA01	17,0	8,9	1,4	1,420	0,010	2,000	0,100	0,013	0,050	2,4
QA02	23,4	7,5	1,4	1,520	0,010	2,000	0,140	0,024	0,050	2,4
QA03	23,1	7,4	1,4	2,140	0,010	2,000	0,240	0,019	0,050	2,4

Local	Temp. Água (°C)	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	NO3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO (mg/L)	NH3 (mg/L)	OPO4 (mg/L)	PO (mg/L)	CL_a (ug/L)
QA04	22,8	7,0	1,4	3,640	0,010	2,000	0,370	0,038	0,050	2,4
QA05	23,2	6,7	1,4	4,180	0,010	2,000	0,600	0,039	0,050	2,4
QA06	23,1	7,3	1,4	3,110	0,010	2,000	0,260	0,043	0,050	2,4
QA07	23,5	7,0	1,4	3,520	0,010	2,000	0,350	0,042	0,050	2,4
QA08	24,4	6,9	1,4	2,250	0,010	2,000	0,170	0,037	0,050	2,4
QA09	23,2	7,1	1,4	3,130	0,010	2,000	0,280	0,044	0,050	2,4
QA10	24,2	7,0	1,4	3,890	0,010	2,000	0,270	0,045	0,050	2,4
QA16	24,1	7,7	1,4	3,280	0,010	2,000	0,260	0,028	0,050	2,4
QA17	24,2	7,6	1,4	2,900	0,010	2,000	0,200	0,041	0,050	2,4
QA19	26,6	4,0	1,4	3,030	0,010	2,000	0,180	0,042	0,050	2,4
QA20	27,9	7,6	1,4	3,480	0,010	2,000	0,200	0,013	0,050	2,4

As análises assinalam, de forma geral, pouca alteração nos padrões da qualidade da água, ao comparar os resultados gráficos obtidos das simulações referentes aos cenários de curto e médio prazo, quando da inclusão isolada da PCH Canoas na cascata de empreendimentos. Este fato, como já mencionado, deve-se a reduzida capacidade volumétrica deste reservatório, que apresenta um tempo de residência da água menor que 1 dia, o que confere um comportamento assemelhando a ambiente lótico.

As alterações percebidas na qualidade da água, em relação a condição observada atualmente, devem-se principalmente a implantação da UHE São Roque, cujo reservatório apresenta um tempo de residência substancialmente maior e igual a 28 dias.

As simulações apuram o efeito de oxigenação das águas promovidas pelo trecho inicial de 140 km do rio Canoas a partir do trecho de cabeceiras, cujo álveo apresenta uma conformação bastante movimentada, o que vem favorecer maior velocidade de escoamento das águas em regime turbulento e conseqüente oxigenação das águas.

Os resultados assinalam para os parâmetros simulados, o atendimento dos Valores Máximos Permitidos (VMP), conforme preconizado pela resolução CONAMA 357/05 para enquadramento de rio em Classe 2.

A única extrapolação refere-se ao fósforo total no trecho do rio Canoas abrangido pelo aproveitamento de São Roque, que pode ficar no limiar normalizado por esta Resolução. Em função do tempo de residência deste aproveitamento, avaliado em 28 dias, a concentração máxima de fosforo total é normalizado em 0,050 mg/L.

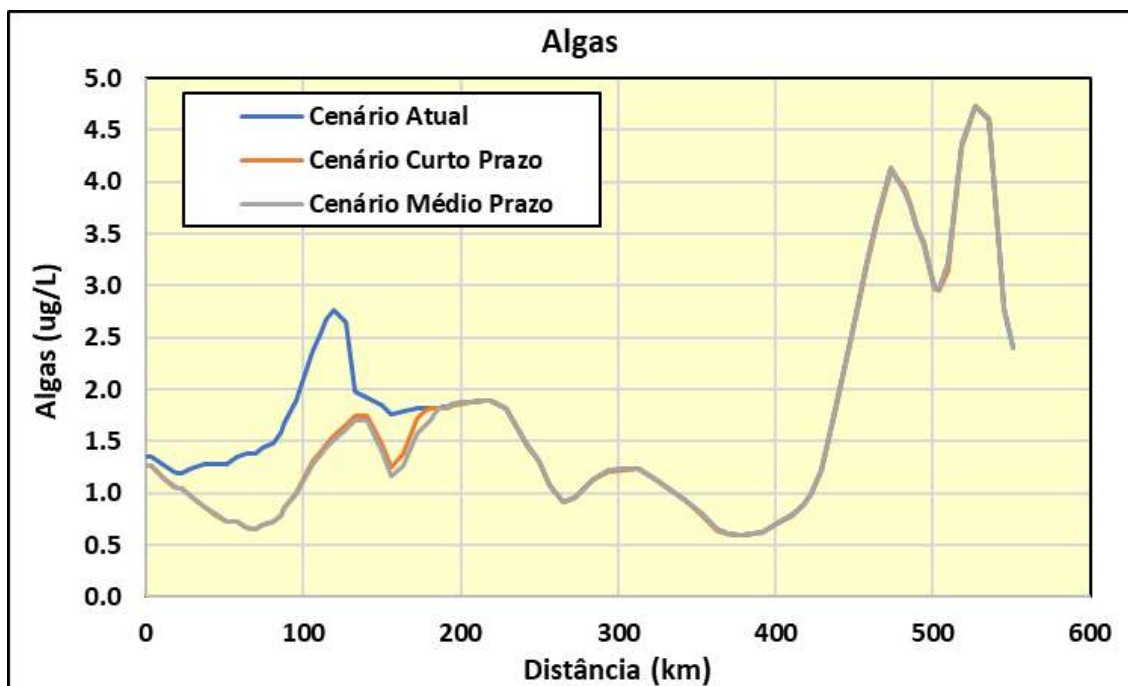


Figura 6-2: Concentração de Algas ( $CL_a$ ) – Vazão  $Q_{MLT}$



Figura 6-3: Concentração de Oxigênio Dissolvido – Vazão  $Q_{MLT}$

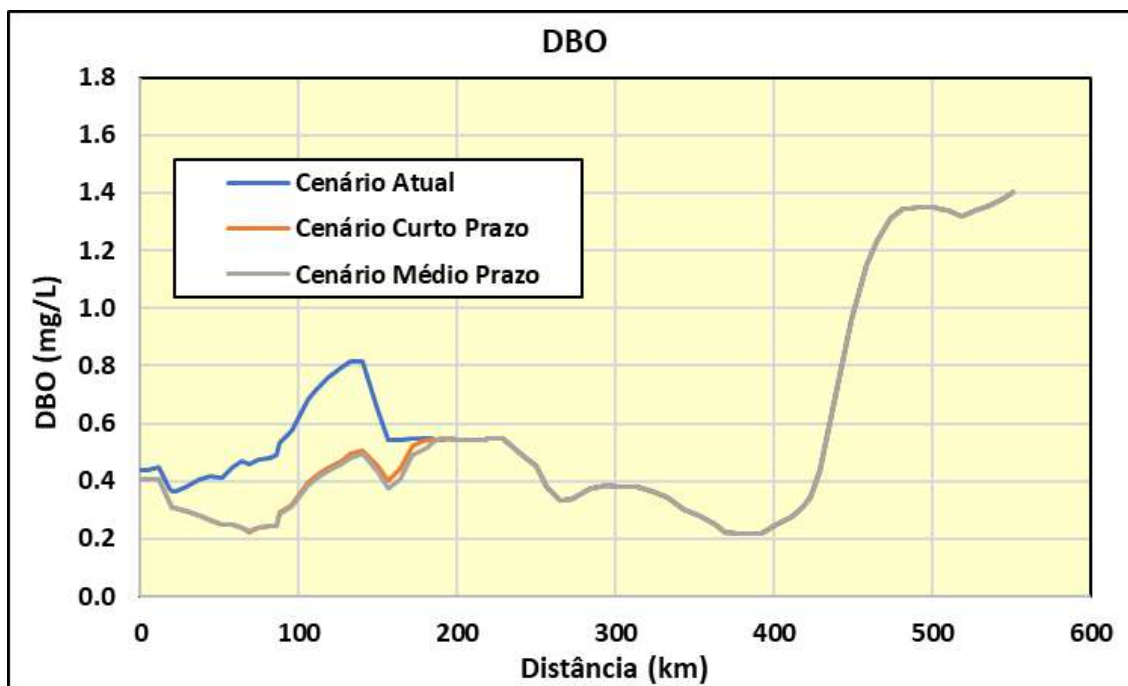


Figura 6-4: Concentração da DBO – Vazão  $Q_{MLT}$

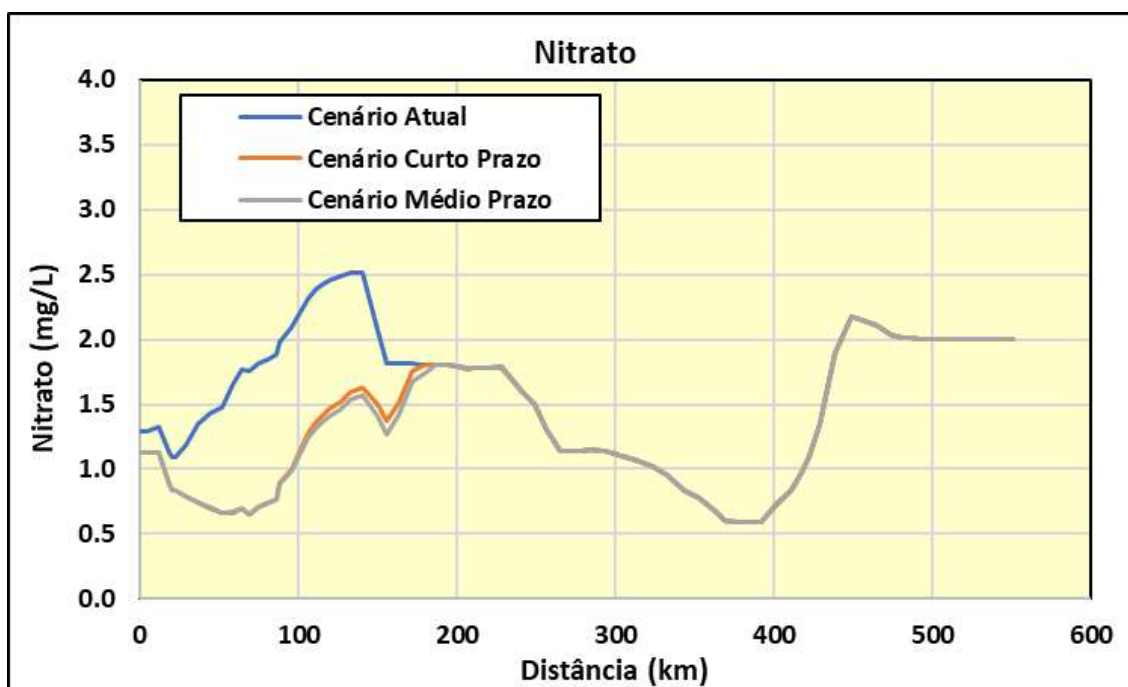


Figura 6-5: Concentração de Nitrato – Vazão  $Q_{MLT}$

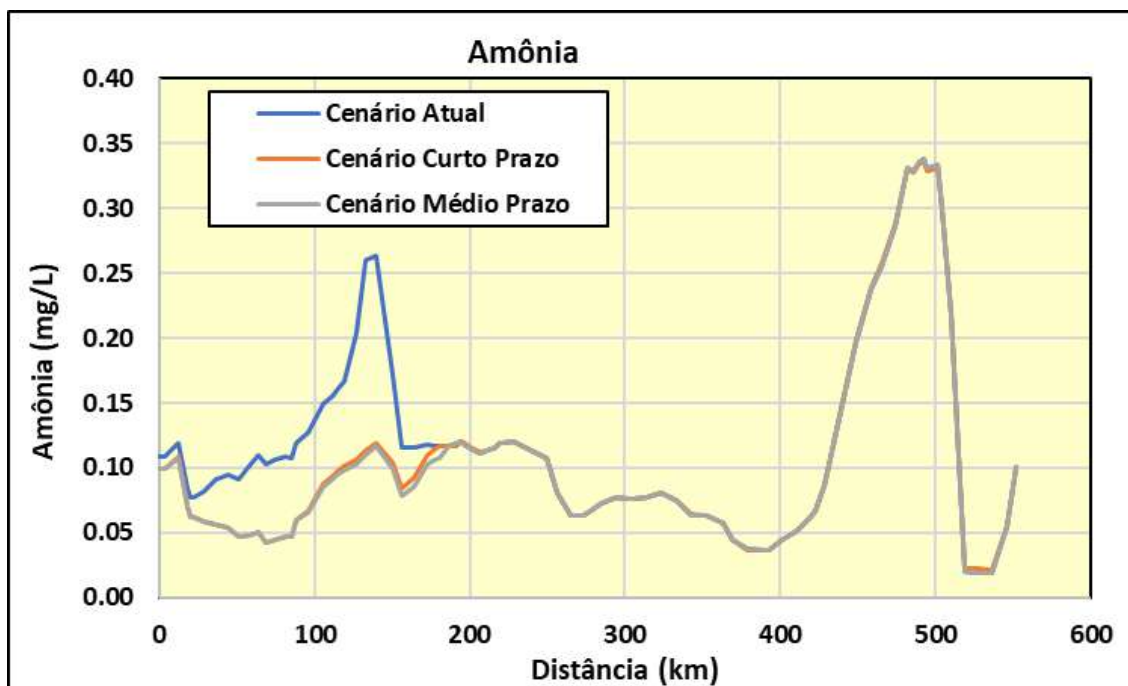


Figura 6-6: Concentração de Amônia – Vazão  $Q_{MLT}$

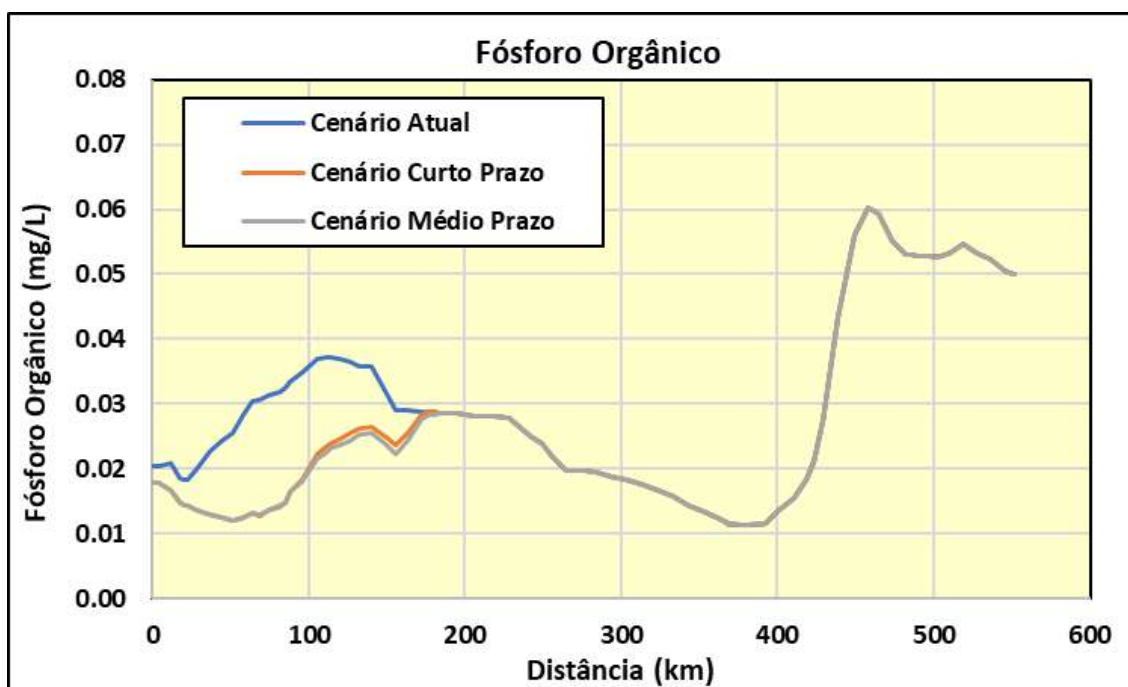


Figura 6-7: Concentração de Fósforo Orgânico – Vazão  $Q_{MLT}$

### 6.3.2. Condição: Vazão de Cheia Milenar

Nos Tabela 6-5 e Tabela 6-6 são apresentadas as vazões de pico das cheias milenares e as cargas considerados nos estudos de modelagem matemática. Na modelagem matemática considerou-se escoamento do tipo não permanente conforme hidrogramas definidos anteriormente pelos estudos hidrodinâmicos.

Para a vazão milenar, os valores das concentrações dos parâmetros de qualidade da água: DBO, Nitrato, Amônia, Nitrogênio orgânico, Fósforo Orgânico e Orto-fosfato foram minorados pela relação entre as vazões QMLT e a vazão de pico da cheia milenar.

Foram mantidos os valores da temperatura da água e das concentrações do oxigênio dissolvido e da Clorofila-a baseado em dados das campanhas de amostragem de campo.

Tabela 6-5: Vazões de Cheia ( $Q_{1000}$ )

Local	Estaca	Vazão de Pico (m <sup>3</sup> /s)
QA01	551513	23
QA02	514579	215
QA03	453919	613
QA04	387318	1011
QA05	318514	1296
QA06	260580	1821
QA07	246598	1912
QA08	237360	2237
QA09	205324	2320
QA10	193833	2389
QA16	154328	4366
QA17	134330	4499
QA19	66901	6038
QA20	16275	6783

Tabela 6-6: Parâmetros de Qualidade da Água

Local	Temp, Água (°C)	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	NO3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO (mg/L)	NH3 (mg/L)	OPO4 (mg/L)	PO (mg/L)	CL_a (ug/L)
QA01	17,0	8,9	0,141	0,136	0,0	0,05	0,012	0,002	0,003	0,24
QA02	23,4	7,5	0,141	0,136	0,0	0,05	0,012	0,002	0,003	0,24
QA03	23,1	7,4	0,141	0,136	0,0	0,05	0,012	0,002	0,003	0,24
QA04	22,8	7,0	0,141	0,136	0,0	0,05	0,012	0,002	0,003	0,24
QA05	23,2	6,7	0,141	0,136	0,0	0,05	0,012	0,002	0,003	0,24
QA06	23,1	7,3	0,141	0,136	0,0	0,05	0,012	0,002	0,003	0,24
QA07	23,5	7,0	0,141	0,136	0,0	0,05	0,012	0,002	0,003	0,24
QA08	24,4	6,9	0,141	0,136	0,0	0,05	0,012	0,002	0,003	0,24
QA09	23,2	7,1	0,141	0,136	0,0	0,05	0,012	0,002	0,003	0,24
QA10	24,2	7,0	0,141	0,136	0,0	0,05	0,012	0,002	0,003	0,24
QA16	24,1	7,7	0,141	0,136	0,0	0,05	0,012	0,002	0,003	0,24
QA17	24,2	7,6	0,141	0,136	0,0	0,05	0,012	0,002	0,003	0,24



Local	Temp, Água (°C)	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	NO3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO (mg/L)	NH3 (mg/L)	OPO4 (mg/L)	PO (mg/L)	CL_a (ug/L)
QA19	26,6	4,0	0,141	0,136	0,0	0,05	0,012	0,002	0,003	0,24
QA20	27,9	7,6	0,141	0,136	0,0	0,05	0,012	0,002	0,003	0,24

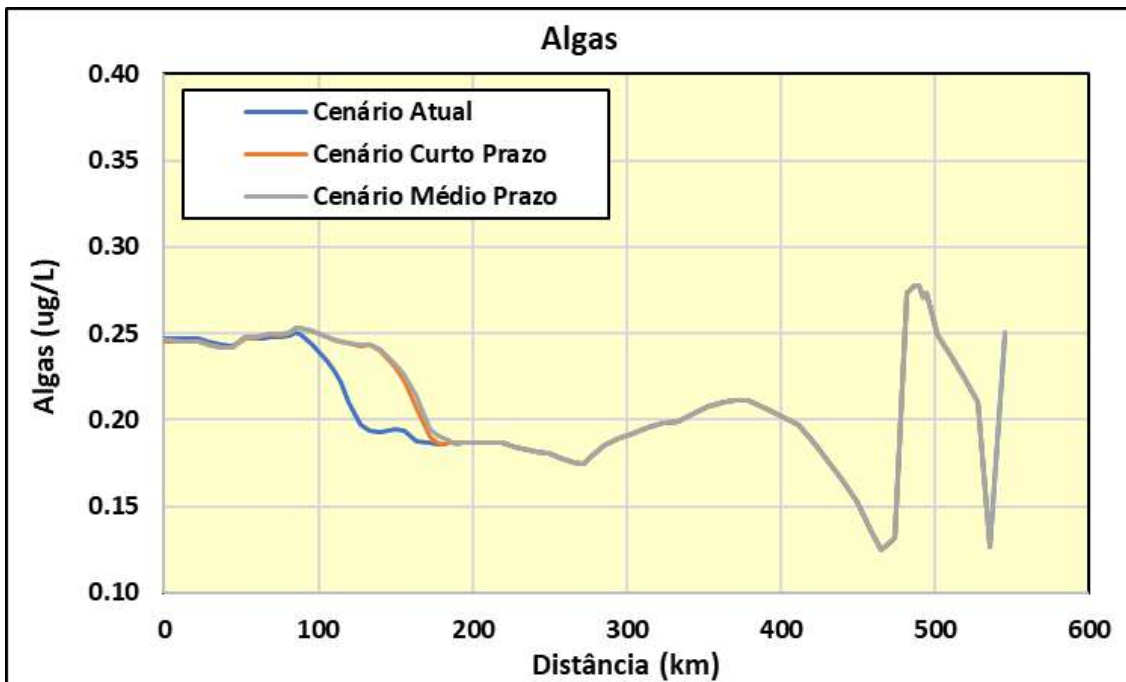


Figura 6-8: Concentração de Algas (CL\_a) – Cheia Milena

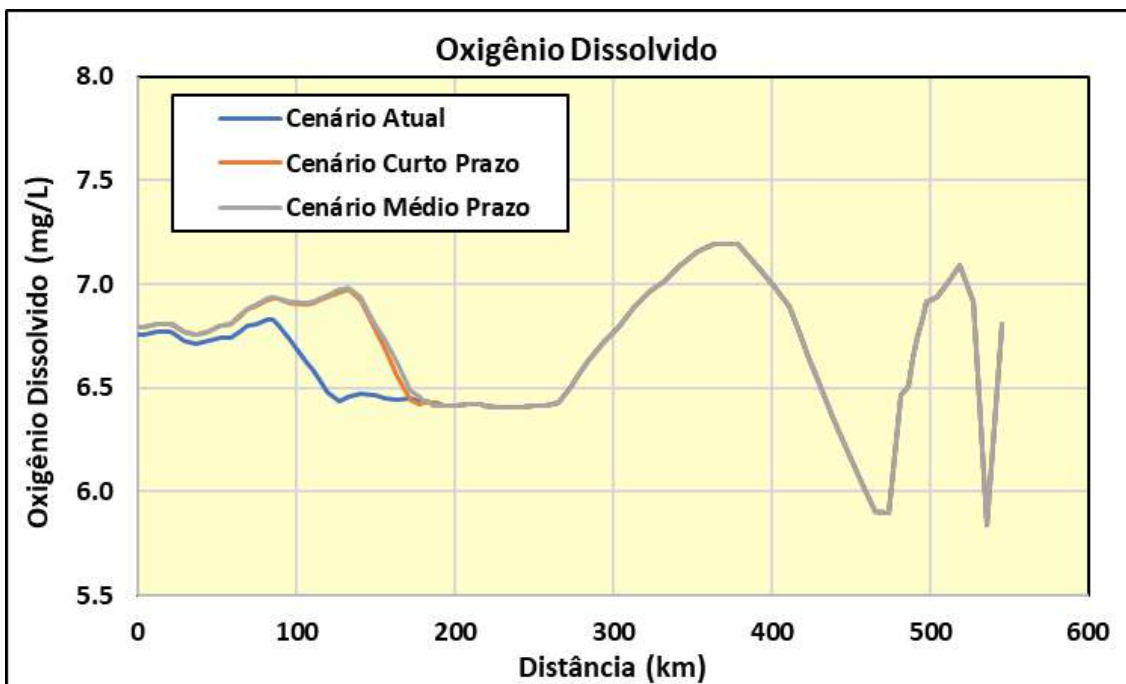


Figura 6-9: Concentração de Oxigênio Dissolvido – Cheia Milena

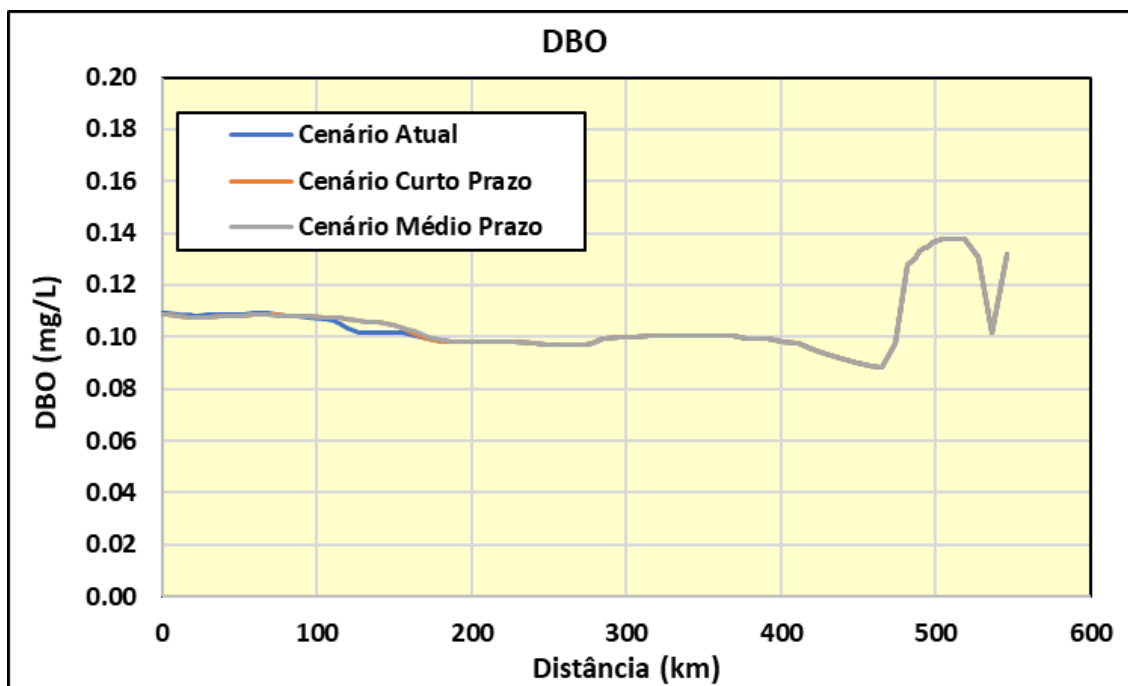


Figura 6-10: Concentração da DBO – Cheia Milenar

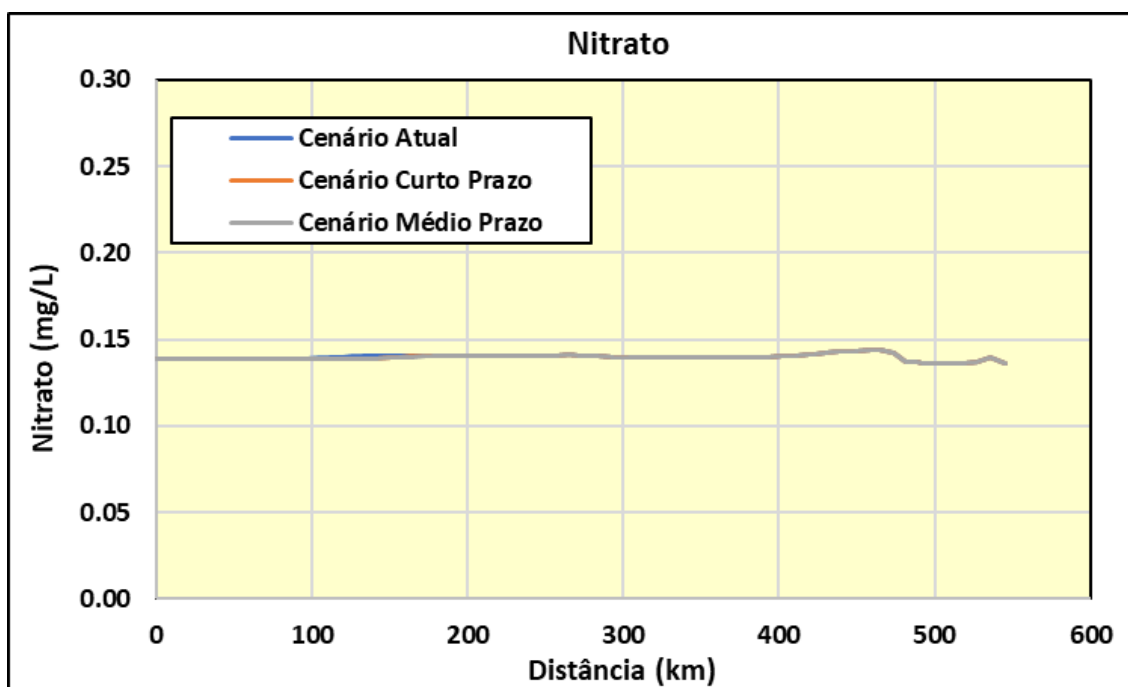


Figura 6-11: Concentração de Nitrato – Cheia Milenar

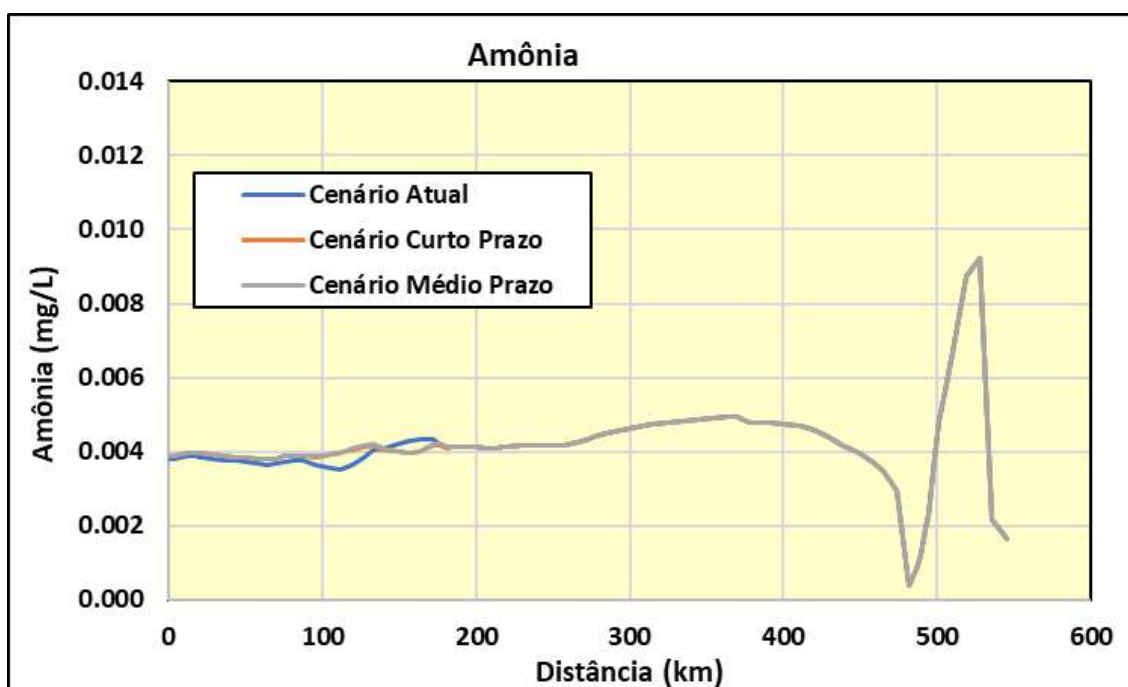


Figura 6-12: Concentração de Amônia – Cheia Milenar

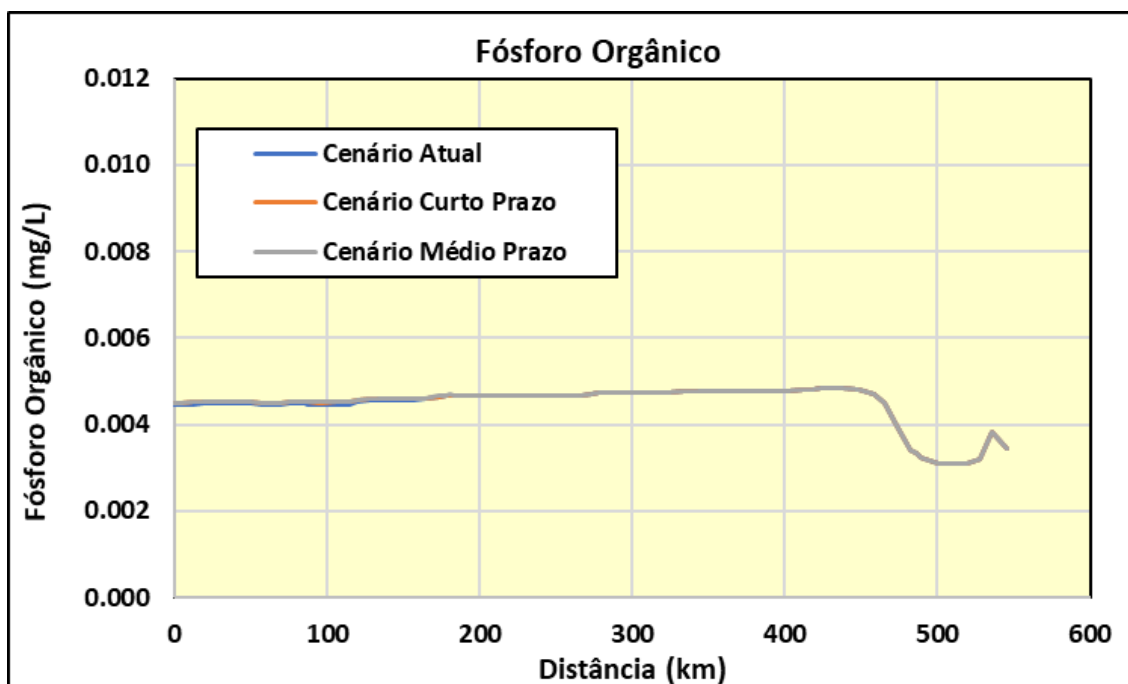


Figura 6-13: Concentração de Fósforo Orgânico – Cheia Milenar

### 6.3.3. Condição: Vazão de Seca (50%-Q<sub>98%</sub>)

Nas Tabela 6-7 e Tabela 6-8 são apresentados os esquemas de montagem dos arquivos de entrada de vazões e cargas considerados nos estudos de modelagem matemática.

Para o cenário de seca, os valores das concentrações dos parâmetros de qualidade da água: DBO, Nitrato, Amônia, Nitrogênio orgânico, Fósforo Orgânico e Orto-fosfato foram majorados pela relação entre as vazões QMLT e a vazão de seca (50% da vazão Q<sub>98%</sub>).

Os valores do oxigênio dissolvido foram considerados reduzidos pela metade, a considerar a elevada carga de DBO resultante deste processo. A temperatura da água e a concentração da Clorofila-a foram mantidas com os mesmos valores obtidos das campanhas de amostragem.

Tabela 6-7: Vazões de Seca – 50% de  $Q_{98\%}$

Local	Estaca	Vazão $Q_{98\%}$ ( $m^3/s$ )	Vazão 50%- $Q_{98\%}$ ( $m^3/s$ )	
			Aporte	Acumulado
QA01	551513	0,47	0,235	0,24
QA02	514579	3,0	1,420	1,66
QA03	453919	8,0	2,223	3,88
QA04	387318	12,0	2,223	6,10
QA05	318514	15,0	1,400	7,50
QA06	260580	19,9	2,450	9,95
QA07	246598	20,7	0,400	10,35
QA08	237360	23,6	1,450	11,80
QA09	205324	24,3	0,350	12,15
QA10	193833	24,9	0,30	12,45
QA16	154328	41,0	8,000	20,45
QA17	134330	42,0	0,500	20,95
QA19	66901	53,3	5,700	26,65
QA20	16275	58,6	2,650	29,30

Tabela 6-8: Parâmetros de Qualidade da Água

Local	Temp. Água ( $^{\circ}C$ )	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	NO3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO (mg/L)	NH3 (mg/L)	OPO4 (mg/L)	PO (mg/L)	CL_a ( $\mu g/L$ )
QA01	17,0	4,5	16,6	33,21	0,119	11,88	3,000	0,456	0,594	2,4
QA02	23,4	3,6	16,6	33,21	0,119	11,88	3,000	0,456	0,594	2,4
QA03	23,1	4,5	16,6	33,21	0,119	11,88	3,000	0,456	0,594	2,4
QA04	22,8	3,1	16,6	33,21	0,119	11,88	3,000	0,456	0,594	2,4
QA05	23,2	2,6	16,6	33,21	0,119	11,88	3,000	0,456	0,594	2,4
QA06	23,1	4,5	16,6	33,21	0,119	11,88	3,000	0,456	0,594	2,4
QA07	23,5	0,8	16,6	33,21	0,119	11,88	3,000	0,456	0,594	2,4
QA08	24,4	2,9	16,6	33,21	0,119	11,88	3,000	0,456	0,594	2,4
QA09	23,2	4,5	16,6	33,21	0,119	11,88	3,000	0,456	0,594	2,4
QA10	24,2	1,9	16,6	33,21	0,119	11,88	3,000	0,456	0,594	2,4
QA16	24,1	4,4	16,6	33,21	0,119	11,88	3,000	0,456	0,594	2,4
QA17	24,2	2,0	16,6	33,21	0,119	11,88	3,000	0,456	0,594	2,4

Local	Temp. Água (°C)	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	NO3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NO (mg/L)	NH3 (mg/L)	OPO4 (mg/L)	PO (mg/L)	CL_a (ug/L)
QA19	26,6	0,0	16,6	33,21	0,119	11,88	3,000	0,456	0,594	2,4
QA20	27,9	4,5	16,6	33,21	0,119	11,88	3,000	0,456	0,594	2,4

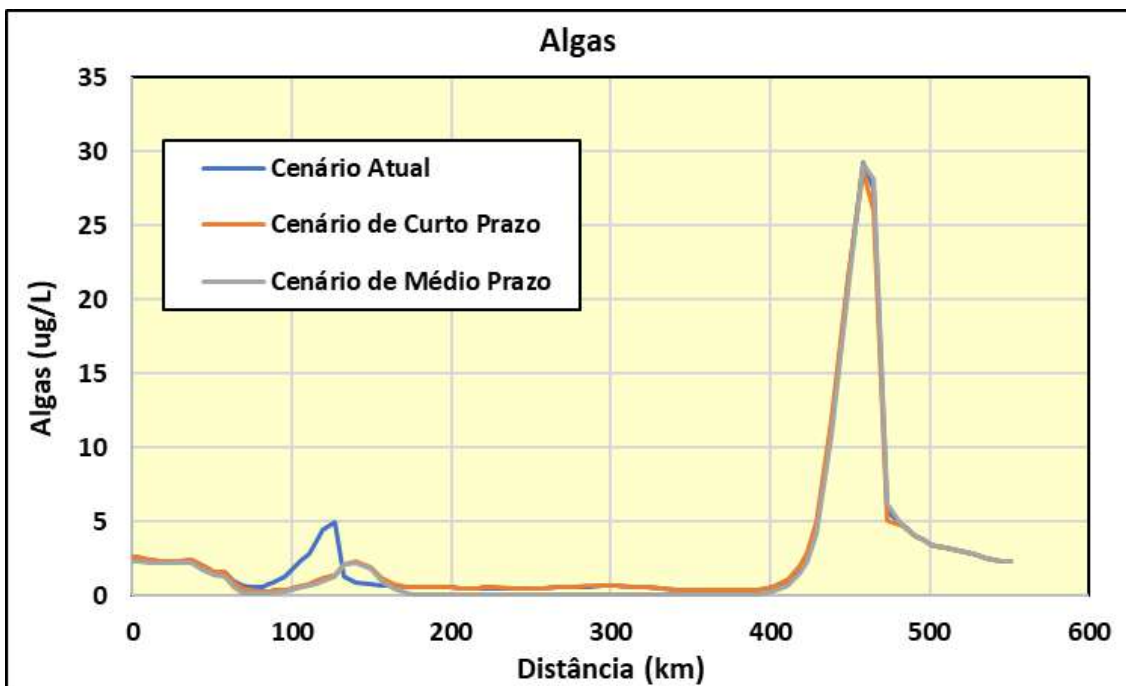


Figura 6-14: Concentração de Algas (CL\_a) – Vazão de Seca

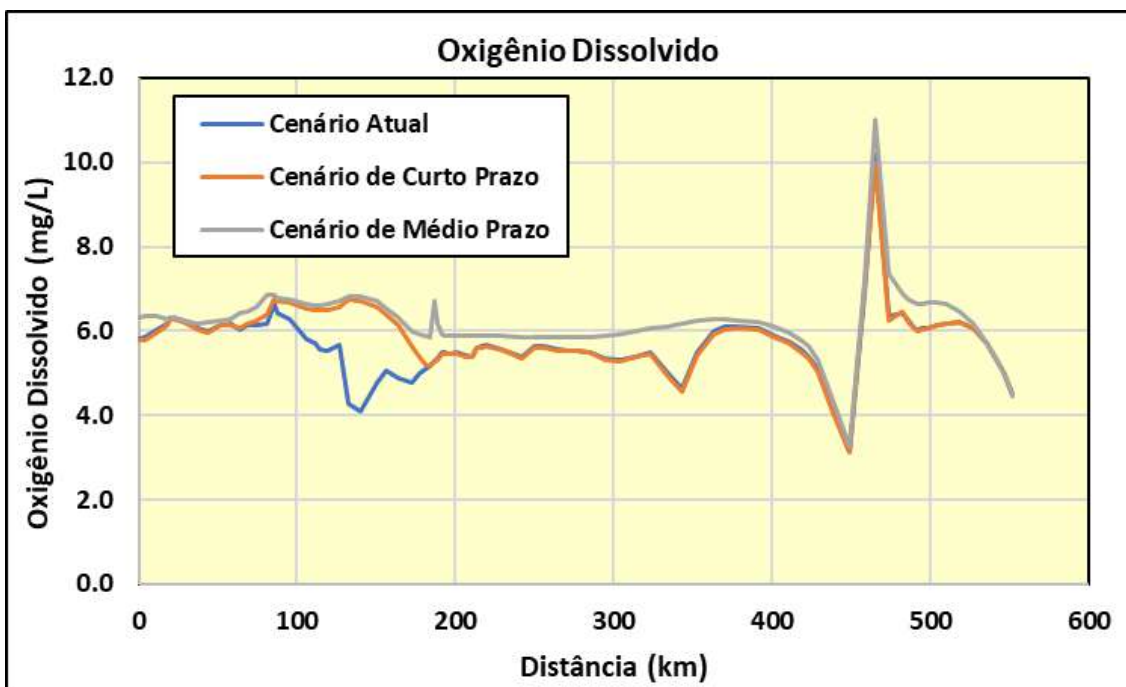


Figura 6-15: Concentração de Oxigênio Dissolvido – Vazão de Seca

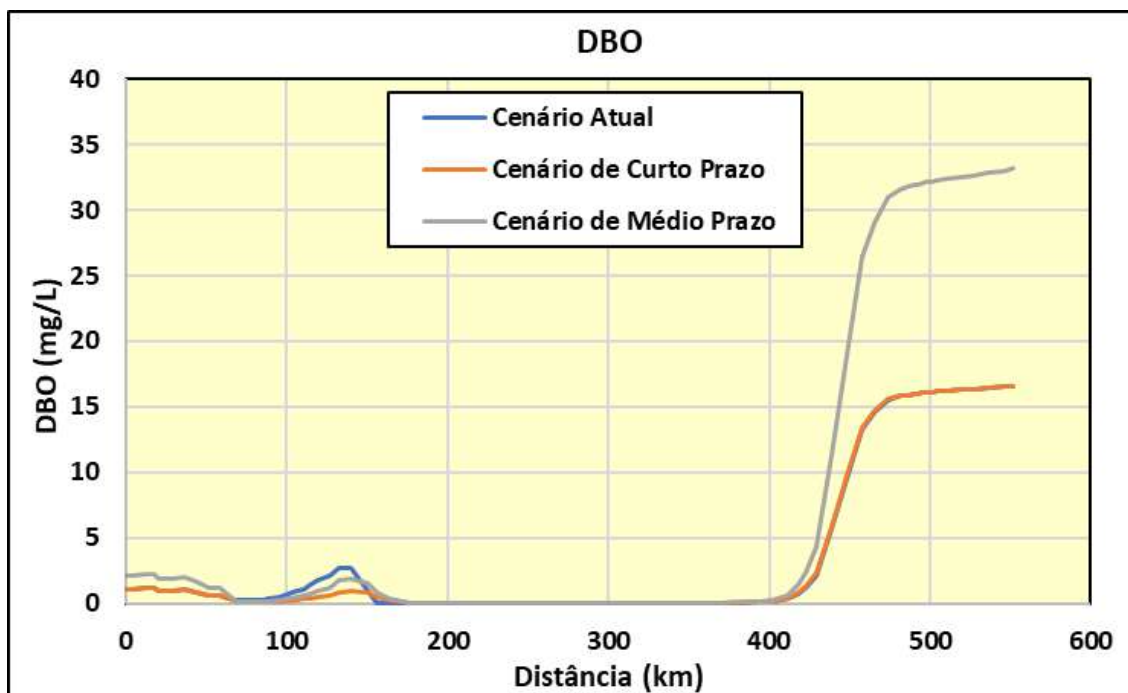


Figura 6-16: Concentração da DBO – Vazão de Seca

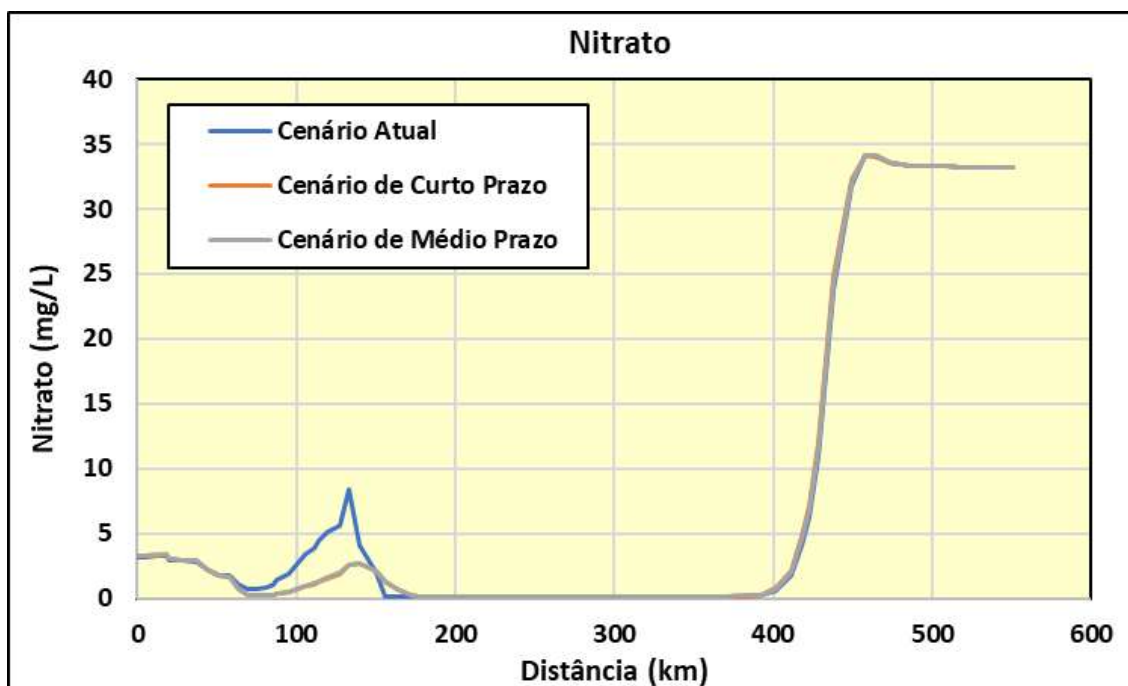


Figura 6-17: Concentração de Nitrato – Vazão de Seca

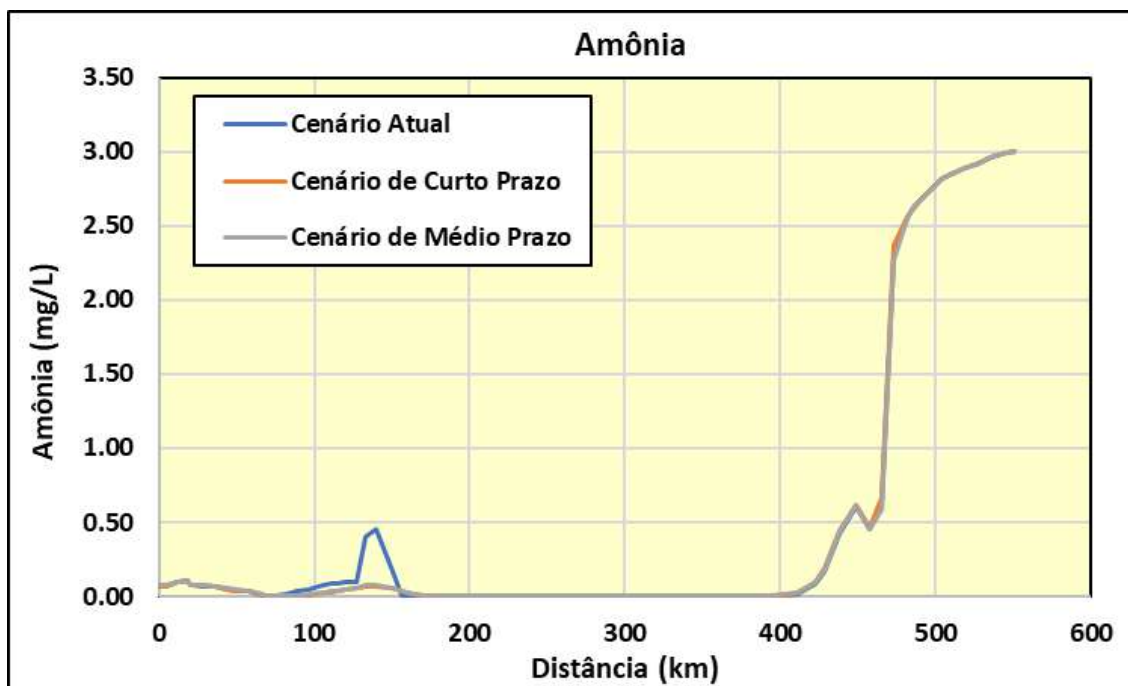


Figura 6-18: Concentração de Amônia – Vazão de Seca



Figura 6-19: Concentração de Fósforo Orgânico – Vazão de Seca



## 7. CONCLUSÕES

Os resultados da campanha de amostragem assinalam padrões satisfatórios de qualidade das águas, atendendo em, praticamente, toda a área, aos valores máximos permitidos (VMP), preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para enquadramento de rios em classe 2.

Cumprir ressaltar que esta análise foi baseada em dados de uma única campanha de coleta, centralizada principalmente no mês de janeiro de 2021.

O tempo de residência constitui um dos indicadores mais importantes de ponderação dos impactos, quando da transformação de ambiente lótico para lêntico, onde o recurso hídrico é impactado pela implantação de reservatórios.

O reservatório da PCH Canoas se caracteriza por um reduzido volume de armazenamento, com tempo de residência inferior a 1 dia, característica que o classifica como um ambiente assemelhado a lótico.

Desta forma, conforme assinalam os resultados das simulações, a inclusão da PCH Canoas não deverá causar modificações sensíveis quanto ao regime sazonal de vazões ou alterações na qualidade da água.

## 8. ILUSTRAÇÕES

Complementam este relatório as seguintes ilustrações:

Número	Nome
PR280-GL-40-DE-0007-ROA	Divisão de Queda - Cenário 1: Condição Atual
PR280-GL-40-DE-0008-ROA	Divisão de Queda - Cenário 2: Curto Prazo (Até 2022)
PR280-GL-40-DE-0009-ROA	Divisão de Queda - Cenário 3: Média Prazo (Até 2030)
PR280-GL-40-DE-0010-ROA	Divisão de Queda - Cenário 4: Longo Prazo (Até 2030)
PR280-GL-40-DE-0011-ROA	Perfil da Linha d'Água de Referência
PR280-GL-40-DE-0013-ROA	Localização das Seções - Planta - Fl.1/2
PR280-GL-40-DE-0014-ROA	Localização das Seções - Planta - Fl.2/2
PR280-GL-40-DE-0015-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Atual - Fl. 1/9
PR280-GL-40-DE-0016-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Atual - Fl. 2/9
PR280-GL-40-DE-0017-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Atual - Fl. 3/9
PR280-GL-40-DE-0018-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Atual - Fl. 4/9
PR280-GL-40-DE-0019-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Atual - Fl. 5/9
PR280-GL-40-DE-0020-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Atual - Fl. 6/9
PR280-GL-40-DE-0021-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Atual - Fl. 7/9
PR280-GL-40-DE-0022-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Atual - Fl. 8/9
PR280-GL-40-DE-0023-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Atual - Fl. 9/9
PR280-GL-40-DE-0024-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Curto Prazo - Fl. 1/9
PR280-GL-40-DE-0025-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Curto Prazo - Fl. 2/9
PR280-GL-40-DE-0026-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Curto Prazo - Fl. 3/9
PR280-GL-40-DE-0027-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Curto Prazo - Fl. 4/9
PR280-GL-40-DE-0028-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Curto Prazo - Fl. 5/9
PR280-GL-40-DE-0029-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Curto Prazo - Fl. 6/9
PR280-GL-40-DE-0030-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Curto Prazo - Fl. 7/9
PR280-GL-40-DE-0031-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Curto Prazo - Fl. 8/9
PR280-GL-40-DE-0032-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Curto Prazo - Fl. 9/9
PR280-GL-40-DE-0033-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Médio e Longo Prazos - Fl. 1/9
PR280-GL-40-DE-0034-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Médio e Longo Prazos - Fl. 2/9
PR280-GL-40-DE-0035-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Médio e Longo Prazos - Fl. 3/9
PR280-GL-40-DE-0036-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Médio e Longo Prazos - Fl. 4/9
PR280-GL-40-DE-0037-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Médio e Longo Prazos - Fl. 5/9
PR280-GL-40-DE-0038-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Médio e Longo Prazos - Fl. 6/9
PR280-GL-40-DE-0039-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Médio e Longo Prazos - Fl. 7/9
PR280-GL-40-DE-0040-ROA	Mapa de Inundações - Cenário Médio e Longo Prazos - Fl. 8/9

Número	Nome
PR280-GL-40-DE-0041-R0A	Mapa de Inundações - Cenário Médio e Longo Prazos - Fl. 9/9
PR280-GL-40-DE-0042-R0A	Seções - Perfis - Fl. 1/16
PR280-GL-40-DE-0043-R0A	Seções - Perfis - Fl. 2/16
PR280-GL-40-DE-0044-R0A	Seções - Perfis - Fl. 3/16
PR280-GL-40-DE-0045-R0A	Seções - Perfis - Fl. 4/16
PR280-GL-40-DE-0046-R0A	Seções - Perfis - Fl. 5/16
PR280-GL-40-DE-0047-R0A	Seções - Perfis - Fl. 6/16
PR280-GL-40-DE-0048-R0A	Seções - Perfis - Fl. 7/16
PR280-GL-40-DE-0049-R0A	Seções - Perfis - Fl. 8/16
PR280-GL-40-DE-0050-R0A	Seções - Perfis - Fl. 9/16
PR280-GL-40-DE-0051-R0A	Seções - Perfis - Fl. 10/16
PR280-GL-40-DE-0052-R0A	Seções - Perfis - Fl. 11/16
PR280-GL-40-DE-0053-R0A	Seções - Perfis - Fl. 12/16
PR280-GL-40-DE-0054-R0A	Seções - Perfis - Fl. 13/16
PR280-GL-40-DE-0055-R0A	Seções - Perfis - Fl. 14/16
PR280-GL-40-DE-0056-R0A	Seções - Perfis - Fl. 15/16
PR280-GL-40-DE-0057-R0A	Seções - Perfis - Fl. 16/16
PR280-GL-40-DE-0058-R0A	Localização dos Postos Fluviométricos