

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES

PRODUTO 2.3. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO HIDROLÓGICA DA BACIA

RF
RELATÓRIO FINAL

Porto Alegre
Fevereiro/2017

SUMÁRIO

PRODUTO 2.3. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO HIDROLÓGICA DA BACIA PRODUTO.....	1
1. ÁREA DE ESTUDO.....	1
1.1. Introdução	1
1.2. Características topográficas	4
1.3. Barragens existentes na Bacia Taquari-Antas.....	6
1.4. Barragens propostas no Programa de Desenvolvimento Integrado da Região Taquari-Antas de 1972	10
2. INFORMAÇÕES CLIMÁTICAS.....	12
2.1. Caracterização geral	12
2.2. Descrição das variáveis climáticas.....	13
3. CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA	16
3.1. Precipitação.....	16
3.2. Precipitação média	20
3.2.1. Distribuição espacial das chuvas.....	24
3.3. Vazão	25
3.3.1. Curvas de permanência e hidrogramas	28
3.3.2. Vazões médias.....	31
3.3.3. Vazões máximas	33
3.3.4. Informações adicionais acerca de cheias históricas	37
4. REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES MÁXIMAS.....	38
4.1. Vazões máximas características em locais de referência na bacia.....	41
5. ZONEAMENTO DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS A EVENTOS DE INUNDAÇÕES BRUSCAS NA BACIA HIDROGRÁFICA TAQUARI-ANTAS	42
REFERÊNCIAS.....	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da Bacia do rio Taquari-Antas.	2
Figura 2 - Principais afluentes do rio Taquari-Antas.	2
Figura 3 - Diagrama unifilar da bacia Taquari-Antas.	3
Figura 4 - Modelo Digital de Elevação (MDE) da bacia Taquari-Antas.	5
Figura 5 - Perfil longitudinal da calha principal do Rio Taquari-Antas.	6
Figura 6 – Curva hipsométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas.	6
Figura 7 - Localização das barragens da bacia Taquari-Antas (CGHs, PCHs e UHEs e Barragem Bom Retiro).	7
Figura 8 - Aproveitamentos hidrelétricos e representação das áreas inundadas pelos respectivos reservatórios na bacia do Taquari-Antas.	11
Figura 9 - Gráfico da relação entre as temperaturas médias compensada, mínima e máxima na bacia do Taquari-Antas.	15
Figura 10 - Localização dos postos pluviométricos e fluviométricos na Bacia do rio Taquari-Antas e entorno.	17
Figura 11 - Localização dos postos pluviométricos selecionados.	18
Figura 12 - Polígonos de Thiessen para a bacia do rio Taquari-Antas.	21
Figura 13 - Distribuição da precipitação média mensal ao longo do ano.	24
Figura 14 - Mapa de Isoietas.	25
Figura 15 - Disponibilidade de dados dos postos fluviométricos inventariados.	26
Figura 16 - Localização dos postos fluviométricos.	27
Figura 17 - Curva de permanência da estação 86440000.	28
Figura 18 - Hidrograma da estação 86440000 (Rio da Prata) apresentando o pico do evento de abril de 1956.	29
Figura 19 - Curva de permanência da estação 86510000.	29
Figura 20 - Hidrograma da estação 86510000 (Rio Taquari – em Muçum) apresentando o pico do evento de outubro de 2001.	30

LISTA DE TABELA S

Tabela 1 - Área de drenagem dos principais afluentes do Rio Taquari-Antas.	4
Tabela 2 - UHEs em operação na bacia Taquari-Antas.	8
Tabela 3 - PCHs em operação na bacia Taquari-Antas.	8
Tabela 4 - CGHs em operação na bacia Taquari-Antas.	9
Tabela 5 - Área de inundação dos aproveitamentos propostos para controle de cheias.	11
Tabela 6 - Estações meteorológicas na bacia do Taquari-Antas.	13
Tabela 7 - Temperatura média mensal (°C).	14
Tabela 8 - Temperatura mínima mensal (°C).	14
Tabela 9 - Temperatura máxima mensal (°C).	14
Tabela 10 - Temperaturas mínima e máxima absolutas (°C).	14
Tabela 11 - Registros de umidade relativa (%).	15
Tabela 12 - Insolação média mensal (número de horas de sol).	15
Tabela 13 - Informações sobre os postos pluviométricos selecionados.	18
Tabela 14 - Distribuição mensal da precipitação na bacia do rio Taquari-Antas.	21
Tabela 15 - Informações sobre os postos fluviométricos selecionados.	27
Tabela 16 - Vazões (m ³ /s) x permanência (%).	30
Tabela 17 - Vazões médias anuais (m ³ /s) para cada estação fluviométrica.	31
Tabela 18 - Vazões máximas anuais (m ³ /s) para cada estação fluviométrica.	34
Tabela 19 - Cheias históricas na bacia Taquari-Antas.	38
Tabela 20 - Características físicas e hidrológicas da bacia Taquari-Antas em cada estação analisada.	40
Tabela 21 - Correlações entre as variáveis utilizadas.	40
Tabela 22 - Estatísticas e equações obtidas na regressão.	41
Tabela 23 - Fatores multiplicativos da vazão média de cheia.	42
Tabela 24 - Vazões máximas para diferentes tempos de retorno para seis pontos da Bacia Taquari-Antas.	42

PRODUTO 2.3. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO HIDROLÓGICA DA BACIA PRODUTO

1. ÁREA DE ESTUDO

1.1. Introdução

A bacia do rio Taquari-Antas está localizada a nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, limitando-se ao Norte com a bacia do rio Uruguai, a Oeste com a bacia do rio Jacuí, ao Sul com as bacias dos rios Jacuí e Caí e a Leste com as escarpas da Serra Geral (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Apresenta uma área de 26.500 Km², abrangendo totalmente ou parcialmente 119 municípios. Em sua superfície reside uma população de aproximadamente 1,17 milhões de pessoas, representando cerca de 18% da população do Estado (LARENTIS *et al.*, 2008).

O rio das Antas nasce nos municípios de Cambará do Sul e Bom Jesus, no extremo leste da bacia hidrográfica, percorrendo cerca de 390 km até a confluência com o rio Guaporé. A partir desse ponto o rio segue por mais 140 Km com o nome de Taquari, até desembocar no rio Jacuí. Os seus principais afluentes são os rios Camisas, Tainhas, Lajeado Grande, da Prata, Carreiro, Guaporé, Forqueta e Taquari-Mirim (LARENTIS *et al.*, 2008; BOMBASSARO E ROBAINA, 2010). A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta a localização de seus principais afluentes, e a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta o diagrama unifilar da Bacia Taquari-Antas, com destaque para os principais afluentes da calha principal, as barragens existentes na bacia e algumas cidades de interesse para o projeto.

Figura 1 - Localização da Bacia do rio Taquari-Antas.

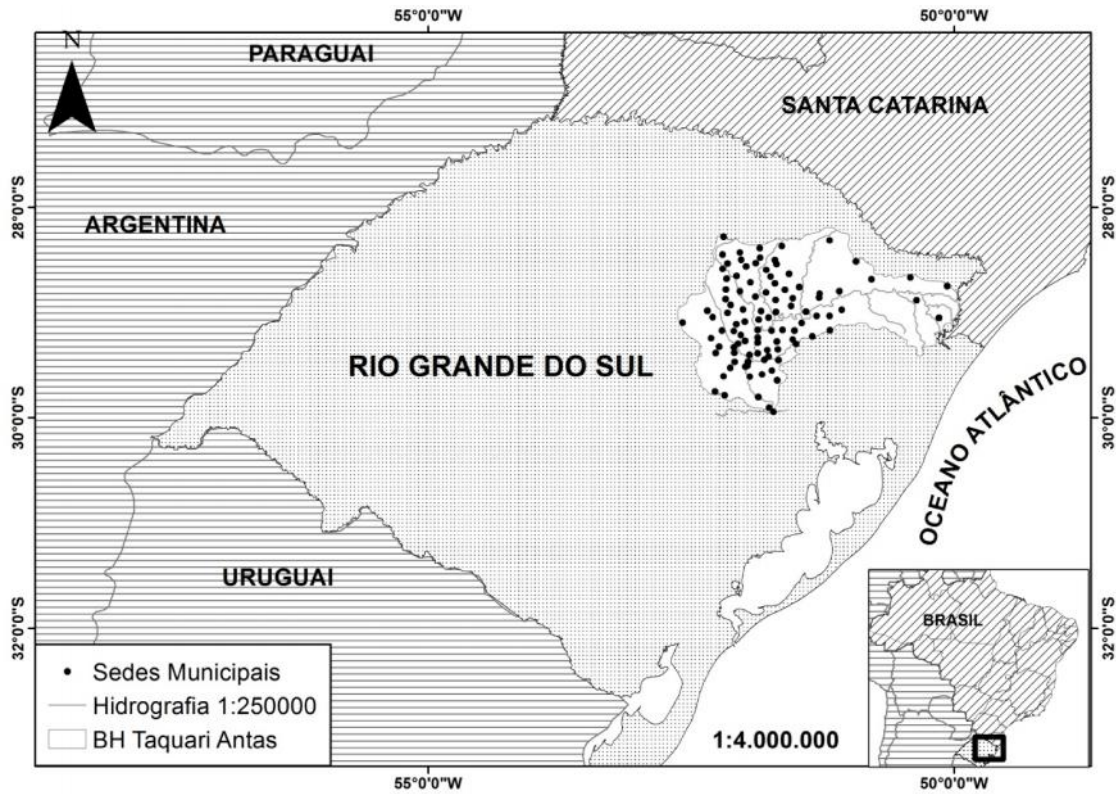


Figura 2 - Principais afluentes do rio Taquari-Antas.

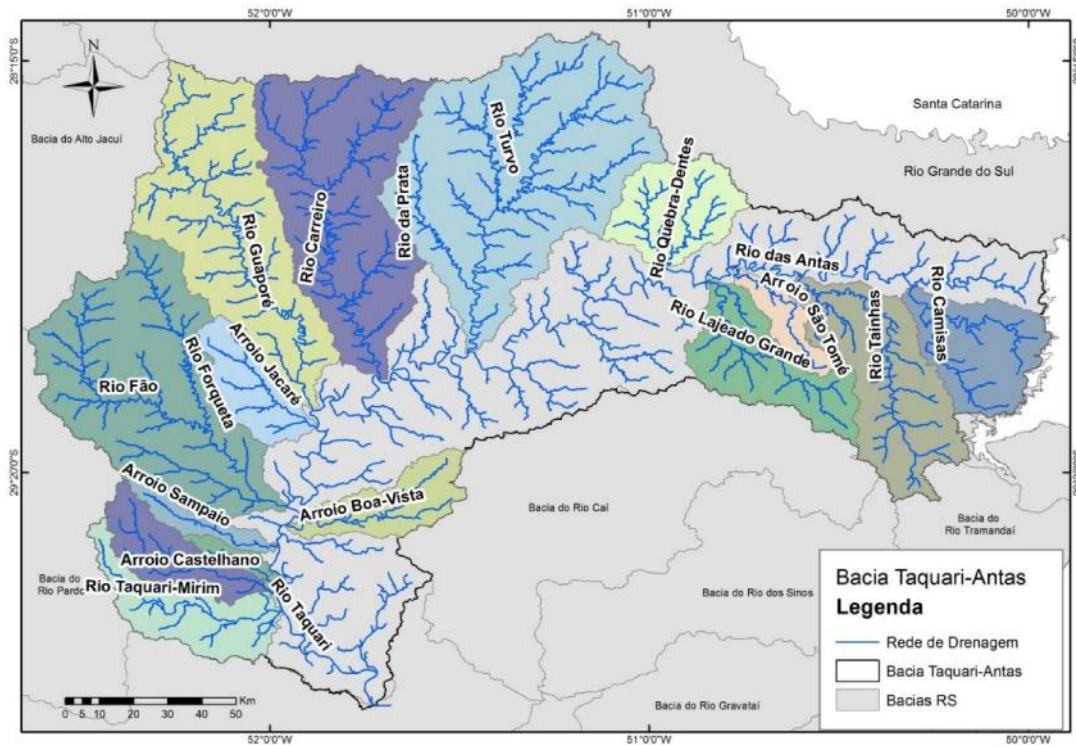


Figura 3 - Diagrama unifilar da bacia Taquari-Antas.

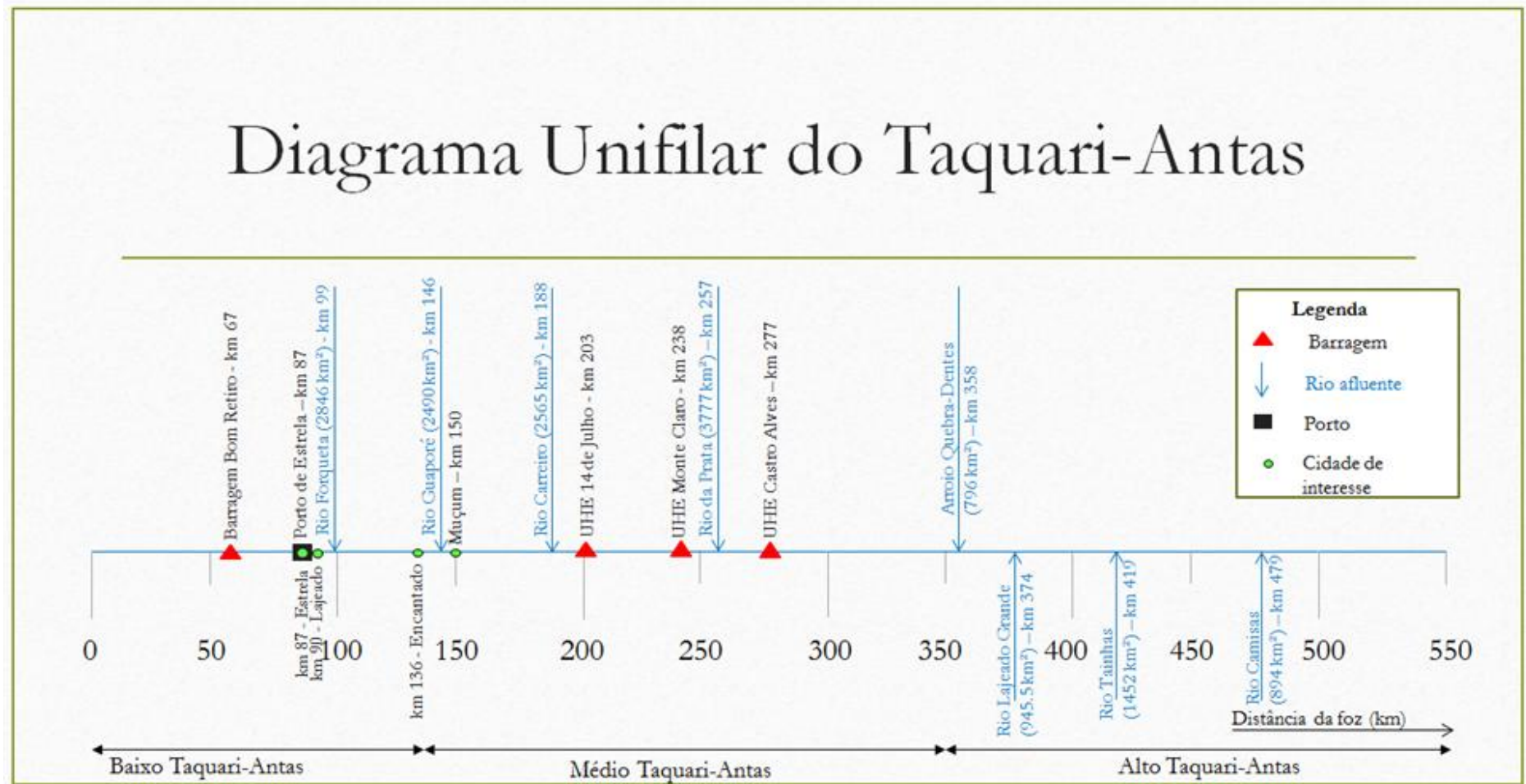


Tabela 1 - Área de drenagem dos principais afluentes do Rio Taquari-Antas.

CURSO D'ÁGUA	ÁREA DE DRENAGEM (KM²)
Arroio Castelhana	565
Arroio Sampaio	255
Arroio Boa Vista	577
Rio Taquari-Mirim	182
Rio Forqueta	2846
Rio Guaporé	2490
Rio Carreiro	2565
Rio da Prata	3777
Rio Lajeado Grande	945.5
Rio Tainhas	1452
Rio Camisas	894
Arroio Jacaré	538
Arroio Quebra-Dentes	796
Arroio São Tomé	286

1.2. Características topográficas

Para a avaliação das características topográficas da bacia foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) da National Aeronautics and Space Administration (NASA) com tratamento de falhas feito pelo Laboratório de Geoprocessamento (Labgeo) do Centro de Ecologia pertencente ao Instituto de Biociências (IB) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A resolução espacial do pixel é de aproximadamente 90 m x 90 m, ou seja, 3 segundos do arco. **A Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta o MDE utilizado, enquanto o perfil longitudinal da calha principal do Rio Taquari-Antas está representado na **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Por fim, a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta a curva hipsométrica da bacia, baseada em Villela & Mattos (1975), e cujo princípio é avaliar a variação da altura dos terrenos. Os resultados destas análises tiveram o suporte do software ArcGIS® de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

A amplitude altimétrica da bacia chega a 1.264,6 m, com média e mediana próximas a 631 m de altitude e quase 60 % da bacia acima desta altitude (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Corredeiras e desníveis acentuados são comuns em maior ou menor grau na bacia, exceto na região do Baixo Taquari-Antas (STE, 2012). Alto Taquari-Antas e demais rios como Forqueta, Guaporé e Carreiro possuem calhas com altitudes de 100 m em média e cercado por morros que variam de 400 m a 500 m de altitude.

A Bacia Hidrográfica do Taquari-Antas possui relevo ondulado e solos pouco desenvolvidos em vales encaixados de alta declividade, o que favorece o escoamento até o município de Muçum. A jusante deste

o rio apresenta planície com meandros, margens mais largas, várzeas e declividades menores, caracterizando o Vale do Taquari-Antas, região onde ocorrem as principais cheias da bacia (BOMBASSARO; ROBAINA, 2010).

Figura 4 - Modelo Digital de Elevação (MDE) da bacia Taquari-Antas.

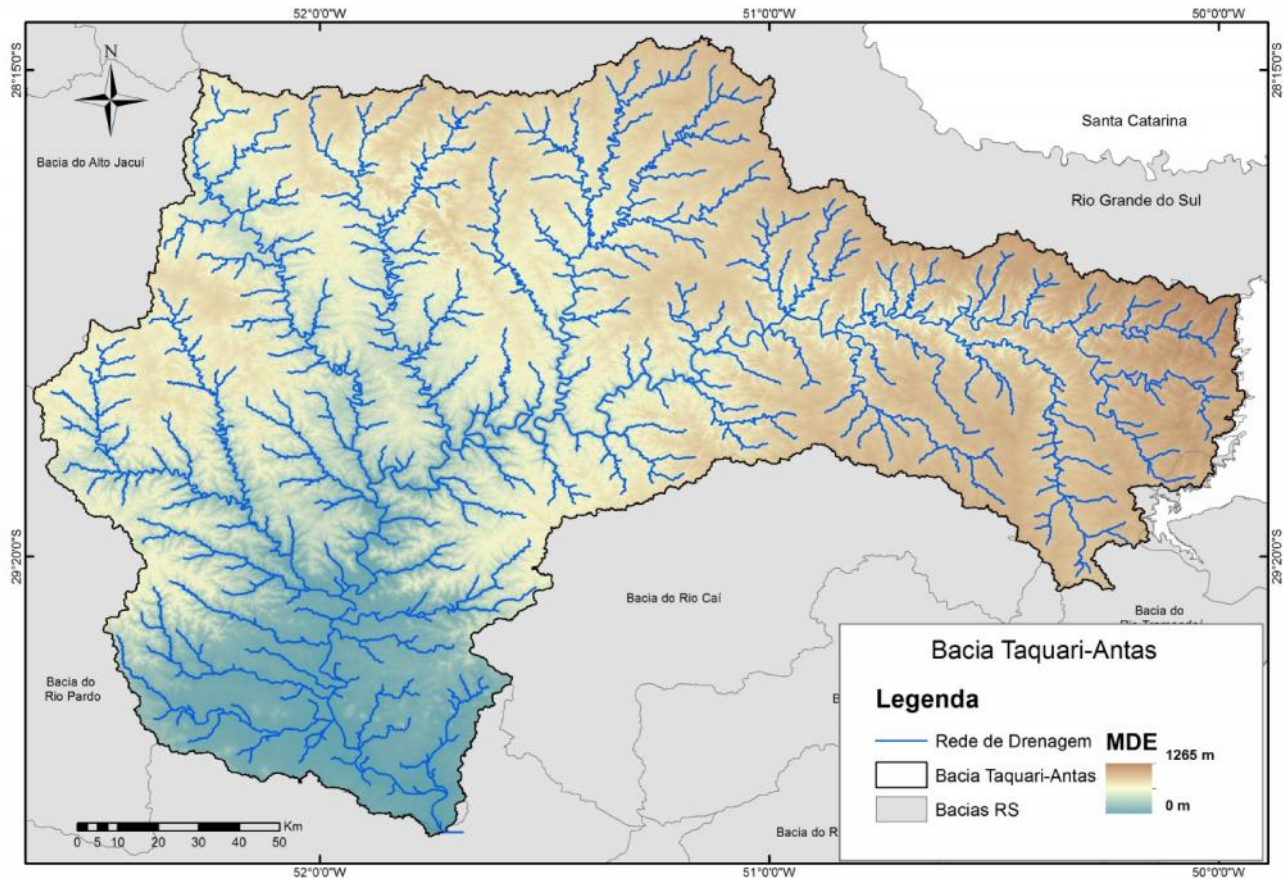


Figura 5 - Perfil longitudinal da calha principal do Rio Taquari-Antas.

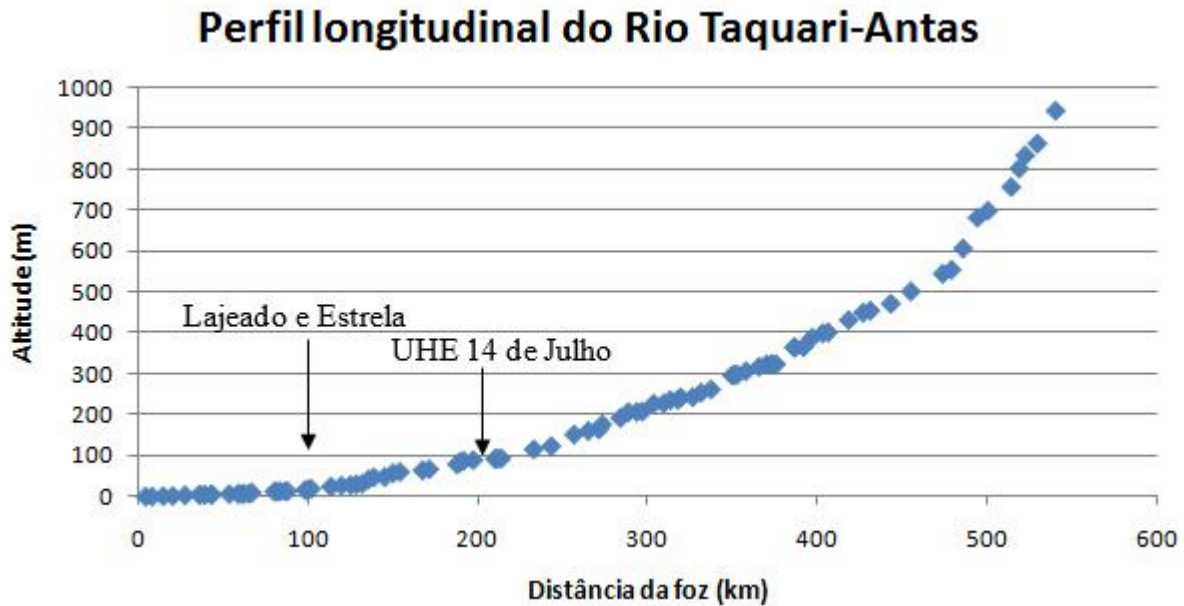
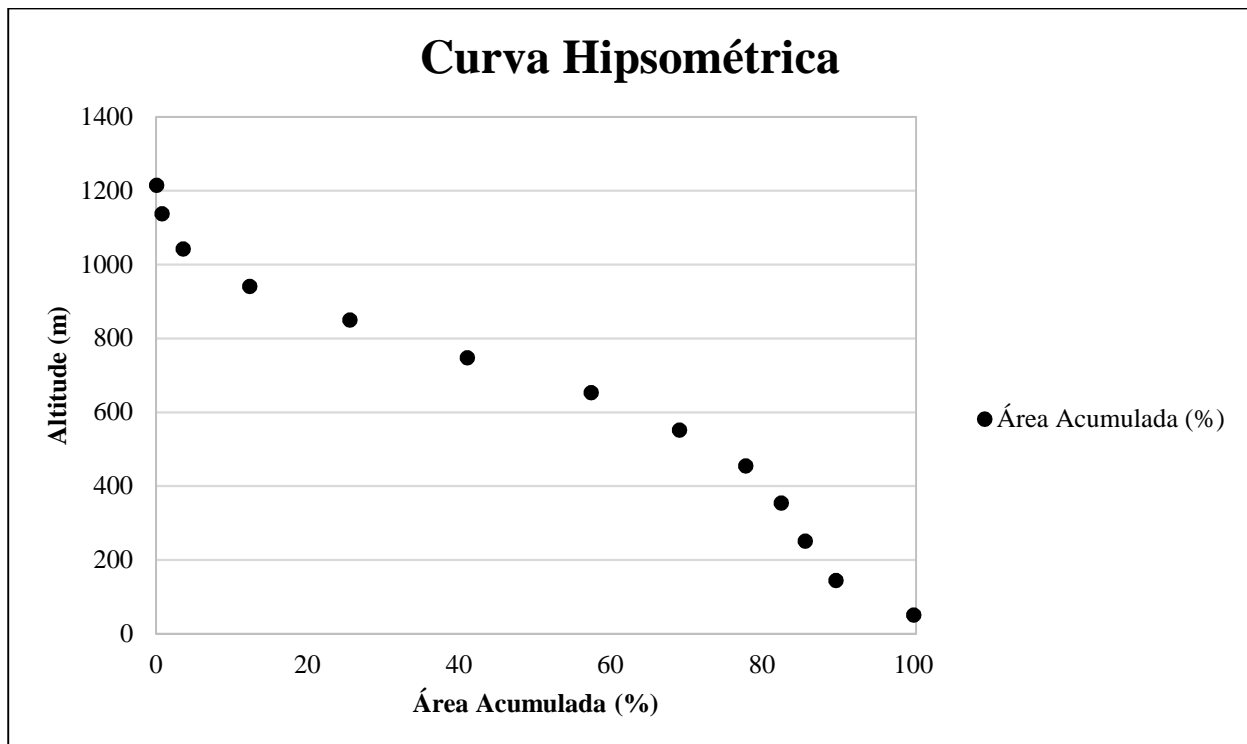


Figura 6 – Curva hipsométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas.



1.3. Barragens existentes na Bacia Taquari-Antas

A avaliação das barragens existentes na bacia considerou a barragem de Bom Retiro, cujo uso prioritário é a garantia de navegabilidade no trecho, e as hidrelétricas construídas ou em fase de construção, as quais

foram classificadas em: Usinas Hidrelétricas (UHE) - aproveitamentos de potencial hidráulico com mais de 30 MW de potência instalada; Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) - aproveitamentos de potencial hidráulico entre 1 e 30 MW de potência instalada; e Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH) - aproveitamentos de potencial hidráulico com até 1 MW de potência instalada.

As informações referentes a hidrelétricas foram obtidas no Plano de Bacia do Taquari-Antas (STE, 2011). A Lista de barragens outorgadas na Bacia foi obtida através do Andamento de Processos de Outorga da SEMA (07/02/2014). A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta os aproveitamentos hidrelétricos existentes na bacia, e as **Erro! Fonte de referência não encontrada., Erro! Fonte de referência não encontrada.** e **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresentam as UHEs, PCHs e CGHs, respectivamente, com os seguintes atributos: coordenadas geográficas, dono do empreendimento, fase atual, potência instalada, queda da barragem, área alagada, vazão turbinada, curso d'água barrado, município(s) abrangido(s) pelo reservatório e município onde se localiza a casa de máquinas. No total, foram identificadas três UHEs (usinas de 14 de Julho, Monte Claro e Casto Alves, conhecidas como CERAN – Complexo Energético Rio das Antas), 15 PCHs e 11 CGHs em operação.

Figura 7 - Localização das barragens da bacia Taquari-Antas (CGHs, PCHs e UHEs e Barragem Bom Retiro).

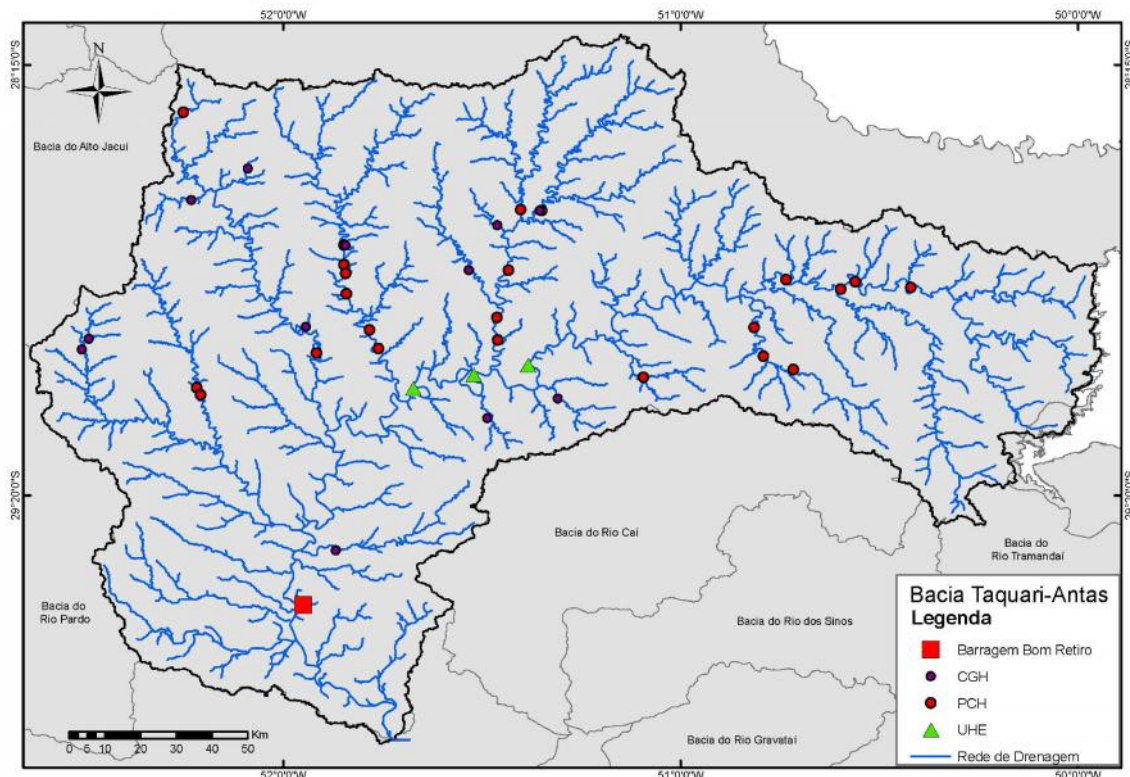


Tabela 2 - UHEs em operação na bacia Taquari-Antas.

Empreendimento	Coordenadas	Empreendedor	Fase atual	Potência (MW)	Queda (m)	Área alagada (ha)	Vazão turbinada (m³/s)	Curso d'água (barrado)	Municípios (Reservatório)	Município (casa de força)
14 de Julho	29°03'53" 51°40'29"	CERAN	Op.	100,0	33,5	60	360,54	Antas	Bento Gonçalves, Cotiporã e Veranópolis	Cotiporã
Castro Alves	29°00'30" 51°22'45"	CERAN	Op.	130,0	92,0	500	175,44	Antas	Antônio Prado, Nova Roma do Sul, Nova Pádua e Flores da Cunha	Nova Roma do Sul
Monte Claro	29°01'49" 51°31'14"	CERAN	Op.	130,0	44,0	140	385,82	Antas	Bento Gonçalves, Cotiporã e Veranópolis	Veranópolis

Tabela 3 - PCHs em operação na bacia Taquari-Antas.

Empreendimento	Coordenadas	Empreendedor	Fase atual	Potência (MW)	Queda (m)	Área alagada (ha)	Vazão turbinada (m³/s)	Curso d'água (barrado)	Municípios (Reservatório)	Município (casa de força)
Capigui	28°22'09" 52°15'06"	CEEE	Op.	4,470	52,0	760,0		Capigui		Passo Fundo
Autódromo	28°49'33" 51°50'29"	Autódromo Energética S.A.	Const.	24,0	37,5	41,0		Carreiro	Guaporé	Vista Alegre do Prata
Boa Fé	28°45'10" 51°50'51"	Boa Fé Energética S.A.	Const.	24,0	41,6			Carreiro	Nova Bassano	Serafina Corrêa
Caçador	28°42'12" 51°50'51"	Caçador Energética S/A	Op.	22,5	60,0	596,0		Carreiro	Nova Bassano	Serafina Corrêa
Cotiporã	28°57'49" 51°45'39"	Cotiporã Energética S/A	Op.	19,5	37,8	93,0		Carreiro	Cotiporã	Dois Lajeados
Linha Emília	28°55'00" 51°46'60"	Linha Emília Energética S/A	Op.	19,5	37,8	93,0		Carreiro	Dois Lajeados	Fagundes Varela
São Paulo	28°46'29"	São Paulo Energética S.A.	Const.	16,0	29,0			Carreiro	Guaporé	Nova Bassano
Passo do Meio	28°48'52" 50°35'51"	Energética Campos de Cima da Serra Ltda.	Op.	30,0	43,0	248,0		Das Antas	Bom Jesus	São Francisco de Paula
Pezzi	28°47'44" 50°33'39"	Energética Campos de Cima da Serra Ltda.	Op.	19,0	30,4			Das Antas	Bom Jesus	Jaquirana
Quebrada Funda	28°48'36" 50°25'16"	Hidrotérmica S/A	Op.	16,0	45,0			Das Antas	Bom Jesus	Jaquirana
Serra dos Cavalinhos II	28°47'26" 50°44'06"	Bookfield Energia Renovável S/A	Op.	29,025	31,2			Das Antas	Monte Alegre dos Campos	
Rastro de Auto	29°03'43" 52°13'05"	Certel Rastro de Auto Geração de Energia S/A	Const.	7,2	43,2	28,0	20,0	Forqueta	São José do Herval	Putinga
Salto Forqueta	29°04'49" 52°12'29"	Cooperativa Regional de Desenvolvimento de Teutônia	Op.	6,1	33,6	34,6	22,5	Forqueta	Putinga	São José do Herval
Monte Cuco	28°58'30" 51°55'00"	PCH Performance Centrais Hidrelétricas Ltda.	Op.	30,0	65,0			Guaporé	Anta Gorda	Guaporé

Empreendimento	Coordenadas	Empreendedor	Fase atual	Potência (MW)	Queda (m)	Área alagada (ha)	Vazão turbinada (m³/s)	Curso d'água (barrado)	Municípios (Reservatório)	Município (casa de força)
Saltinho	28°37'00" 51°21'00"	Saltinho Energética S.A.	PB Aprova do	0,8	90,0			Ituim	Muitos Capões	
Cazuza Ferreira	29°01'00" 50°43'00"	Cooperativa Regional de Desenvolvimento de Teutônia	PB Aprova do	9,1	88,0	17,3		Lajeado Grande	São Francisco de Paula	
Criúva	28°58'59" 50°47'30"	Criúva Energética S/A	Op.	23,9	132,5			Lajeado Grande	Caxias do Sul	São Francisco de Paula
Palanquinho	28°54'39" 50°48'55"	Serrana Energética S/A	Op.	24,2	104,5			Lajeado Grande	Caxias do Sul	São Francisco de Paula
Da Ilha	28°53'09" 51°27'45"	Da Ilha Energética S/A	Op.	26,0	43,0	157,0		Prata	Antônio Prado	Veranópolis
Jararaca	28°56'32" 51°27'37"	Veneto Energetica S.A	Op.	28,0	43,7			Prata	Campo Novo do Parecis	Nova Maringá
Rio São Marcos	29°02'09" 51°05'38"	Hidrelétrica Rio São Marcos Ltda	Op.	2,2	28,4	0,2		São Marcos	Caxias do Sul	São Marcos
Primavera do Rio Turvo	28°46'00" 51°25'60"	Hidrotérmica S/A	Out.	30,0	45,5			Turvo	Ipê	Protásio Alves
Santa Carolina	28°36'52" 51°24'10"	Carolina Geração de Energia LTDA	PB Aprova do	10,5	39,0			Turvo	Muitos Capões	

Tabela 4 - CGHs em operação na bacia Taquari-Antas.

Empreendimento	Coordenadas	Empreendedor	Fase atual (ANEEL)	Potência (MW)	Área alagada (há)	Vazão turbinada (m³/s)	Vurso d'água (barrado)	Município (reservatório)	Município (casa de força)
Boa Vista	29°28'17" 51°52'05"	Cooperativa Regional de Desenvolvimento de Teutônia	Op.	0,700	6,0	11,32	Arroio Boa Vista	Estrela	
Catibiro	28°39'13" 51°27'42"	Enor Geração e Comércio de Energia Ltda.	Op.	0,900			Arroio Chimarrão	André da Rocha	Protásio Alves
Soledade	28°56'21" 52°29'24"	Cooperativa de Geração de Energia e Desenvolvimento Rurais de Fontoura Xavier	Op.	0,882			Arroio Fão	Fontoura Xavier	
Taipinha	28°57'59" 53°30'25"	Cooperativa de Geração de Energia e Desenvolvimento Rurais de Fontoura Xavier	Op.	0,900			Arroio Taipinha	Soledade	
Usina do Maringá	28°30'39" 52°05'22"	Irmãos Zanetti & Cia Ltda	Op.	0,125			Arroio Jordão	Santo Antônio do Palma	Vila Maria

Empreendimento	Coordenadas	Empreendedor	Fase atual (ANEEL)	Potência (MW)	Área alagada (há)	Vazão turbinada (m ³ /s)	Vurso d'água (barrado)	Município (reservatório)	Município (casa de força)
Barracão	29°08'20" 51°29'12"	Clínica Respiratus Sociedade Simples	Out.	0,934			Burati	Bento Gonçalves	
Guaporé	28°54'33" 51°56'36"	CPFL Sul Centrais Elétricas LTDA	Op.	0,667			Guaporé	Guaporé	
Usina do Parque	28°46'00" 51°31'60"	Terraplanagem Salvador Ltda.	Op.	0,160			Prata	Nova Prata	Protásio Alves
Saltinho	28°37'00" 51°21'18"	CPFL Sul Centrais Elétricas LTDA	Op.	0,800			Saltinho	Muitos Capões	
Camargo	28°35'25" 52°13'54"	Hidroelétrica Camargo S/A	Op.	0,200			Taquari	Camargo	
Dona Maria Piana	29°05'23" 51°18'34"	Cervejaria Petrópolis do Centro Oeste Ltda.	Op.	0,990			Tegas/Herval	Flores da Cunha	Flores da Cunha
Fochezzan	28°42'16" 51°50'37"	Não identificado	Op.	0,500			Arroio caçador	Nova Bassano	

1.4. Barragens propostas no Programa de Desenvolvimento Integrado da Região Taquari-Antas de 1972

O Programa de Desenvolvimento Integrado da região Taquari-Antas de 1972 (Monor-Montreal, 1972) propôs a construção de quatorze barragens, visando a integrar e garantir eletricidade, navegabilidade, controle de cheias e abastecimento humano à região. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta estes empreendimentos, com as respectivas áreas de inundação. Estas últimas foram obtidas com o software ArcGIS®, através do geoprocessamento do Modelo Digital de Elevação do SRTM e das informações de cota máxima dos reservatórios, constantes no Programa. Pode-se observar a enorme área inundada pelos empreendimentos de Forqueta, Barra e Perico.

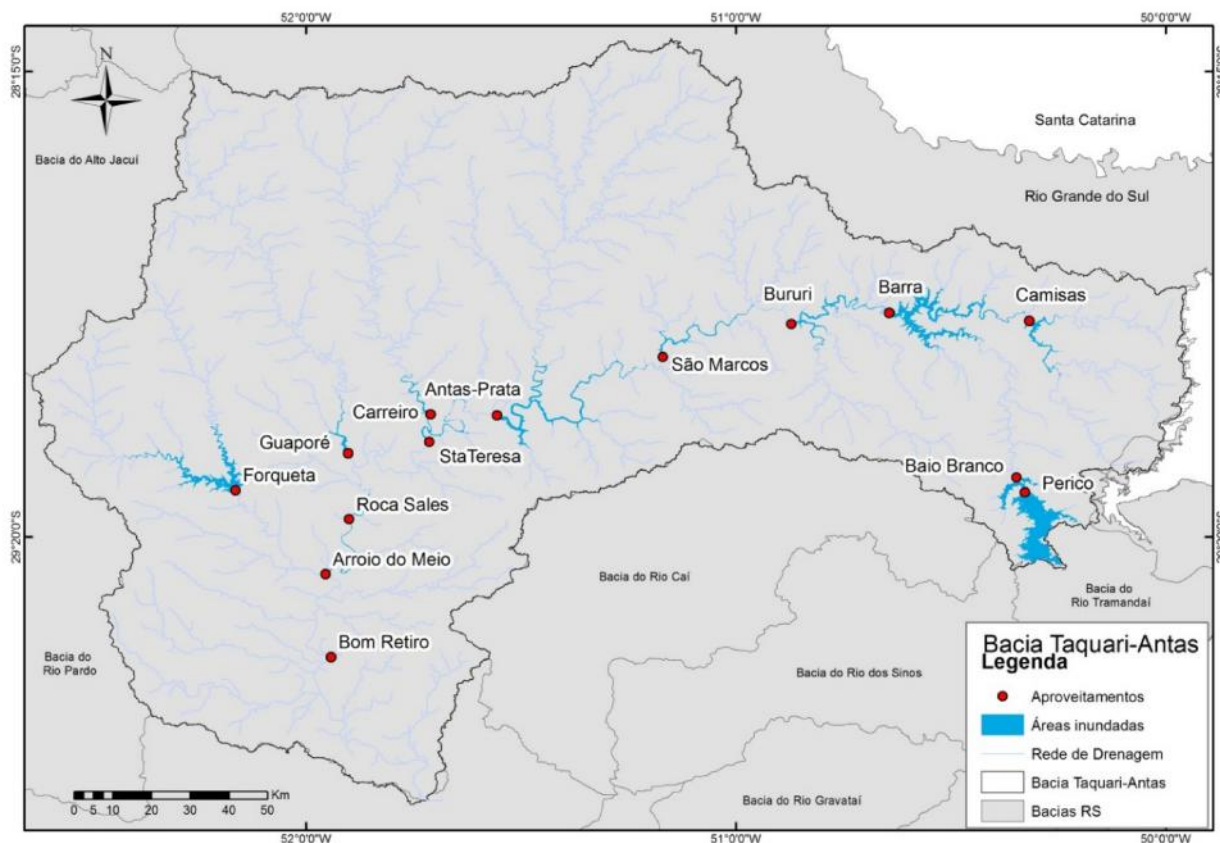
Dentre os empreendimentos propostos, três seriam para uso exclusivo de controle de cheias - Carreiro, Forqueta e Guaporé -, ao passo que cinco apresentariam usos múltiplos, incluindo controle de cheias -

Antas-Prata, São Marcos, Bururi, Barra e Camisas. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta a área de inundação destes oito aproveitamentos.

Tabela 5 - Área de inundação dos aproveitamentos propostos para controle de cheias.

Aproveitamento proposto	Área de inundação (km ²)
Carreiro	6,92
Forqueta	48,98
Guaporé	6,92
Antas-Prata	43,51
São Marcos	12,16
Bururi	20,31
Barra	73,7
Camisas	14,61

Figura 8 - Aproveitamentos hidrelétricos e representação das áreas inundadas pelos respectivos reservatórios na bacia do Taquari-Antas.



Os resultados do Programa indicaram que os dois aproveitamentos cuja implantação era prioritária eram o de Antas-Prata, para controle de cheias (um estudo mostrou que está usina poderia conter até 85% de uma cheia), e o de Bom Retiro do Sul, para garantir a navegabilidade entre Bom Retiro e Muçum.

2. INFORMAÇÕES CLIMÁTICAS

2.1. Caracterização geral

Entende-se por clima o conjunto de estados do tempo meteorológico que caracterizam o meio ambiente atmosférico de uma determinada região ao longo do ano, podendo ser definido através da análise de uma longa série de dados meteorológicos, usualmente atribuído a um período de 30 anos de observações. Estes dados normalmente referem-se a variáveis como temperatura, umidade relativa, insolação, nebulosidade, velocidade do vento e pressão.

A região na qual situa-se a bacia do Taquari-Antas é caracterizada, de forma geral, pelos tipos climáticos subtropical e temperado, ambos apresentando um regime de chuvas bem distribuído ao longo do ano segundo a classificação climática de Köppen. Além disso, tomando-se como referência os trabalhos de Moreno (1961), podem ser atribuídas algumas subdivisões adicionais para a classificação dos tipos climáticos, conforme apresentado na sequência:

- **Clima CfbI-a:** temperatura média anual inferior a 18°C, temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C e pertencendo à região morfoclimática denominada Planalto Basáltico Superior, com altitudes acima de 600m. A sigla "Cfb" refere-se ao clima de característica temperado;
- **Clima CfaII-1a:** temperatura média anual inferior a 18°C, temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e pertencendo à região morfoclimática denominada Planalto Basáltico Inferior Erodido, com altitudes entre 400 m e 600 m. A sigla "Cfa" refere-se ao clima subtropical;
- **Clima CfaII-1b:** temperatura média anual inferior a 18°C, temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e pertencendo à região morfoclimática denominada Periferia de Bordo Erodido do Planalto Basáltico, com altitudes entre 400 m e 600 m;

- **Clima CfaII-2b:** temperatura média anual superior a 18°C, temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e pertencendo à região morfoclimática denominada Peneplanície Sedimentar Periférica, com altitudes abaixo de 600m.

2.2. Descrição das variáveis climáticas

As variáveis climáticas na bacia do Taquari-Antas foram obtidas a partir das Normais Climatológicas, isto é, os valores médios calculados em um período longo e uniforme de no mínimo 30 anos, determinados em 1992 pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Este instituto, na época denominado Departamento Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, publicou as Normais Climatológicas de 1961-1990 com base nos registros observados em 209 estações meteorológicas, as quais foram posteriormente revisadas e ampliadas através de um projeto específico para esta finalidade, concluído no final de 2009. As estações meteorológicas selecionadas estão apresentadas na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Tabela 6 - Estações meteorológicas na bacia do Taquari-Antas.

Código	Estação	Latitude (°)	Longitude (°)	Altitude (m)
83941	Bento Gonçalves	-29,15	-51,52	619
83919	Bom Jesus	-28,67	-50,43	1.048
83914	Passo Fundo	-28,22	-52,40	684
83942	Caxias do Sul	-29,17	-51,20	759
83918	Vacaria	-28,55	-50,87	955
83916	Lagoa Vermelha	-28,22	-51,50	830
83915	Guaporé	-28,92	-51,90	471

As Tabela 1 a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresentam os registros de temperatura na bacia, cujas informações encontram-se similarmente apresentadas no estudo realizado para o Plano de Bacia (STE, 2012). A temperatura média mensal oscila entre valores de 10,8°C e 22,7°C respectivamente nas estações de Vacaria e Guaporé, apresentando uma amplitude térmica de 11,9°C. Enquanto isso, a média das temperaturas médias anuais identificada na bacia é de 16,2°C, cuja variação ocorre na faixa de 12,2°C a 20,9°C entre os meses de inverno e verão.

Em relação às mínimas anuais médias, estas variam de 10,5°C na estação de Vacaria, a 13,2°C na estação de Passo Fundo, sendo que a mínima absoluta registrada foi de -6,5°C no mês de Junho de 1967, na estação meteorológica de Vacaria. Já as médias das temperaturas máximas anuais oscilam entre 20,3°C e 24,7°C nas estações de Bom Jesus e Guaporé, respectivamente, com a máxima absoluta registrada de 37,7°C nesta última estação mencionada, no mês de Janeiro de 1963.

Tabela 1: Temperatura média mensal (°C).

Tabela 7 - Temperatura média mensal (°C).

Código	Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
83941	Bento Gonçalves	21,7	21,8	20,2	17,3	14,9	13,0	13,1	13,5	15,3	17,0	18,8	20,8
83919	Bom Jesus	18,6	19,0	17,7	14,8	12,6	11,0	11,3	11,6	13,2	14,2	15,6	17,8
83942	Caxias do Sul	20,6	20,6	19,1	16,2	14,3	12,1	12,3	12,7	14,4	15,8	17,8	19,6
83915	Guaporé	22,7	22,7	21,0	17,6	14,9	13,1	13,1	13,8	15,9	17,9	20,1	21,9
83916	Lagoa Vermelha	21,2	21,3	19,8	16,9	14,4	12,4	12,5	13,2	14,9	16,7	18,6	20,2
83914	Passo Fundo	22,1	22,0	20,5	17,6	15,2	12,9	13,3	13,9	15,7	17,6	19,6	21,4
83918	Vacaria	19,4	19,7	18,0	14,9	12,5	10,8	10,9	11,7	13,2	15,4	17,1	18,6
Média da bacia		20,9	21,0	19,5	16,5	14,1	12,2	12,4	12,9	14,7	16,4	18,2	20,0

Tabela 8 - Temperatura mínima mensal (°C).

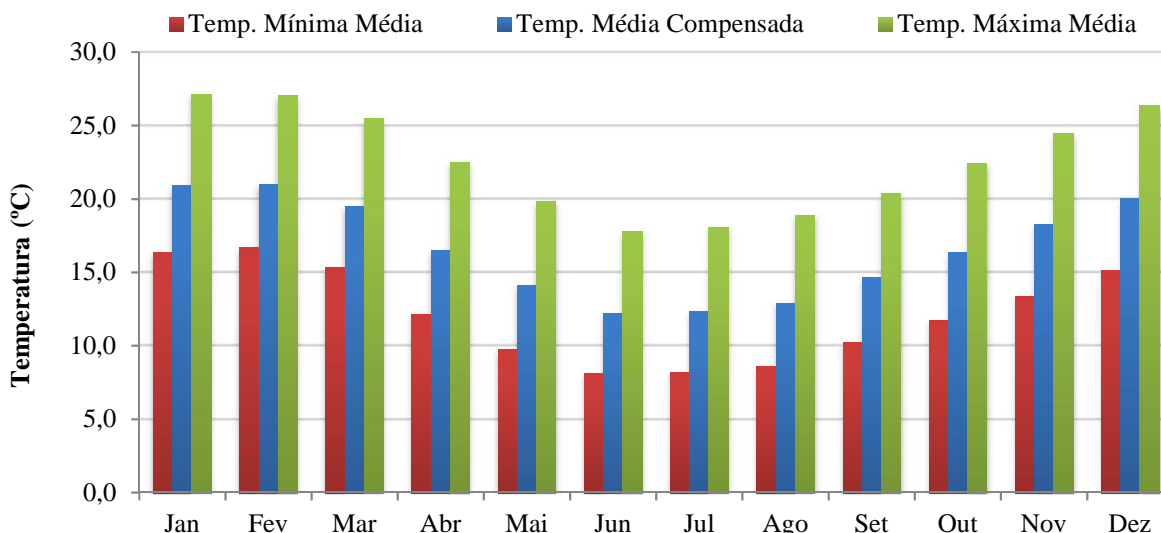
Código	Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
83941	Bento Gonçalves	17,2	17,4	16,1	13,0	10,6	8,9	8,8	9,1	10,9	12,3	14,0	16,0
83919	Bom Jesus	14,7	15,4	14,2	11,0	9,0	7,6	8,0	7,7	9,5	10,1	11,2	13,5
83942	Caxias do Sul	16,7	17,0	15,7	12,6	10,6	8,8	8,7	9,2	10,4	11,8	13,7	15,4
83915	Guaporé	17,4	17,5	16,1	12,3	9,6	8,2	8,2	8,5	10,7	12,5	14,3	16,1
83916	Lagoa Vermelha	16,5	16,8	15,4	12,3	9,9	8,1	8,1	8,6	10,5	11,9	13,5	15,1
83914	Passo Fundo	17,5	17,5	16,3	13,5	10,9	8,9	8,9	9,9	11,0	12,9	14,8	16,5
83918	Vacaria	14,5	15,1	13,7	10,4	7,7	6,3	6,4	7,1	8,8	10,5	12,1	13,5
Média da bacia		16,4	16,7	15,4	12,2	9,8	8,1	8,2	8,6	10,3	11,7	13,4	15,2

Tabela 9 - Temperatura máxima mensal (°C).

Código	Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
83941	Bento Gonçalves	27,7	27,6	26,0	22,9	20,3	18,2	18,7	19,2	20,9	22,9	24,8	26,9
83919	Bom Jesus	24,5	24,7	23,4	20,4	17,7	16,0	16,1	17,1	18,2	19,6	21,7	23,7
83942	Caxias do Sul	26,6	26,4	24,6	21,7	18,9	16,9	17,3	18,1	19,7	21,6	23,7	25,7
83915	Guaporé	29,3	29,2	27,5	24,6	22,0	19,9	20,1	20,8	22,6	24,5	26,8	28,7
83916	Lagoa Vermelha	27,5	27,6	25,9	23,0	20,4	18,1	18,6	19,2	20,9	22,9	25,0	26,6
83914	Passo Fundo	28,3	28,0	26,7	23,7	20,7	18,4	18,5	19,9	21,2	23,8	26,0	27,8
83918	Vacaria	26,1	26,1	24,3	21,2	19,0	17,1	17,3	18,1	19,2	21,6	23,5	25,0
Média da bacia		27,1	27,1	25,5	22,5	19,9	17,8	18,1	18,9	20,4	22,4	24,5	26,3

Tabela 10 - Temperaturas mínima e máxima absolutas (°C).

Código	Estação	Temperatura Mín Abs.		Temperatura Máx Abs.	
		Valor registrado	Ano	Valor registrado	Ano
83941	Bento Gonçalves	-3,5	1962	36,0	1971
83919	Bom Jesus	-5,0	1963	32,5	1963
83942	Caxias do Sul	-2,3	1963	34,6	1963
83915	Guaporé	-5,5	1962	37,7	1963
83916	Lagoa Vermelha	-5,0	1967	35,8	1963
83914	Passo Fundo	-2,9	1963	35,6	1963/1972
83918	Vacaria	-6,5	1967	35,5	1985

Figura 9 - Gráfico da relação entre as temperaturas médias compensada, mínima e máxima na bacia do Taquari-Antas.


As **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresentam os valores médios mensais observados em relação à umidade relativa (UR) e insolação. No caso da UR, é possível observar que a média para cada mês do ano situa-se na faixa entre 72 e 80%, assumindo maiores valores em junho e menores no período de novembro a dezembro. Quanto aos valores de insolação na bacia, a média observada oscila entre 4,8 horas de sol para o mês de junho e 6,8 horas para os meses de novembro e janeiro.

Tabela 11 - Registros de umidade relativa (%).

Código	Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
83941	Bento Gonçalves	74,5	76,7	78,5	78,2	78,4	79,1	77,3	75,8	75,7	73,9	72,6	71,9
83919	Bom Jesus	81,0	83,0	80,0	81,0	81,0	81,0	79,0	79,0	79,0	79,0	78,0	79,0
83942	Caxias do Sul	77,0	79,0	82,0	81,0	80,0	80,0	78,0	78,0	77,0	78,0	75,0	76,0
83915	Guaporé	71,7	74,6	77,8	78,1	80,0	80,9	79,7	78,5	76,8	73,4	69,8	68,9
83916	Lagoa Vermelha	73,2	75,8	77,7	76,2	76,9	78,8	76,7	76,6	75,5	73,6	71,8	71,0
83914	Passo Fundo	71,0	74,0	75,0	74,0	75,0	76,0	75,0	73,0	72,0	69,0	67,0	67,0
83918	Vacaria	75,6	78,7	79,6	80,4	80,1	80,5	79,9	80,4	79,0	78,0	76,0	76,2
Média da bacia		74,9	77,4	78,7	78,4	78,8	79,5	77,9	77,3	76,4	75,0	72,9	72,9

Tabela 12 - Insolação média mensal (número de horas de sol).

Código	Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
83941	Bento Gonçalves	6,7	6,6	5,9	6,2	5,3	4,9	5,0	4,6	4,7	5,8	6,7	6,8
83919	Bom Jesus	6,3	6,2	5,9	5,4	4,9	4,4	4,6	4,5	4,7	6,1	6,4	4,5
83942	Caxias do Sul	6,7	6,6	5,9	6,2	5,3	4,9	5,0	4,6	4,7	5,8	6,7	6,8
83915	Guaporé	6,7	6,6	5,9	6,2	5,3	4,9	5,0	4,6	4,7	5,8	6,7	6,8

Código	Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
83916	Lagoa Vermelha	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,3	7,5
83914	Passo Fundo	7,7	7,4	6,7	6,2	5,8	5,1	5,2	5,2	5,2	6,5	7,4	8,2
83918	Vacaria	6,3	6,2	5,9	5,4	4,9	4,4	4,6	4,5	4,7	6,1	6,4	4,5
Média da bacia		6,8	6,7	6,1	5,9	5,3	4,8	5,0	4,9	5,0	6,2	6,8	6,4

3. CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA

3.1. Precipitação

As séries históricas de precipitação foram obtidas no banco de dados disponibilizado pela Agência Nacional de Águas (ANA) - Hidroweb (www.hidroweb.ana.gov.br). Ao todo foram inventariados 97 postos pluviométricos na bacia hidrográfica do Rio Taquari-Antas e entorno. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta a localização das estações inventariadas.

Uma pré-seleção foi realizada através da análise da disponibilidade de dados a partir de diagramas de Gantt, construídos utilizando o programa de Manejo de Dados Hidrológicos do Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS. A seleção foi realizada seguindo as seguintes diretrizes: tamanho da série - preferência por estações que apresentaram pelo menos 20 a 25 anos de dados observados; e período comum de dados disponíveis entre as estações pluviométricas. Dessa forma, 18 postos foram excluídos, restando um total de 79 estações pluviométricas (ver **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). As informações sobre essas estações são apresentadas na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Figura 10 - Localização dos postos pluviométricos e fluviométricos na Bacia do rio Taquari-Antas e entorno.

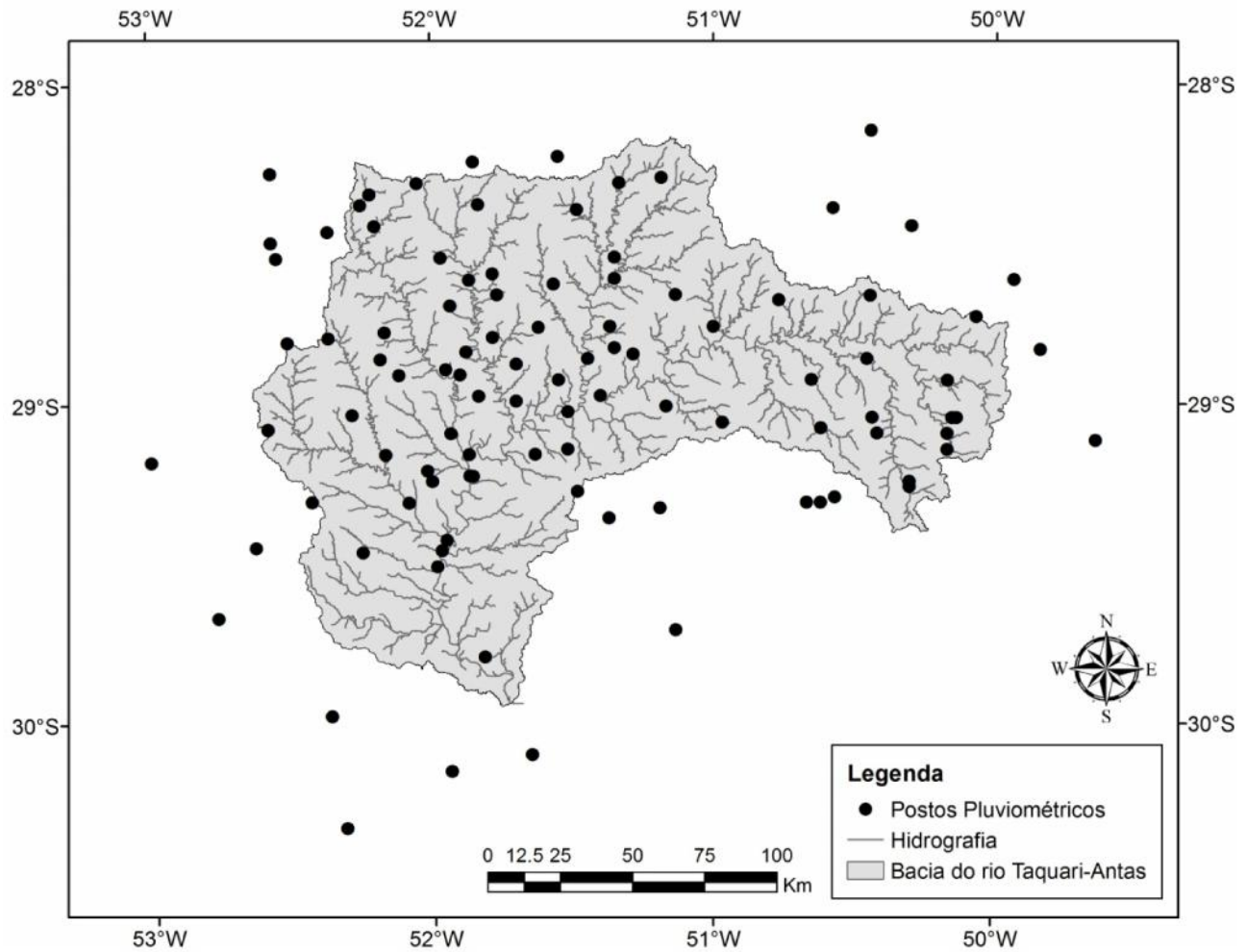


Figura 11 - Localização dos postos pluviométricos selecionados.

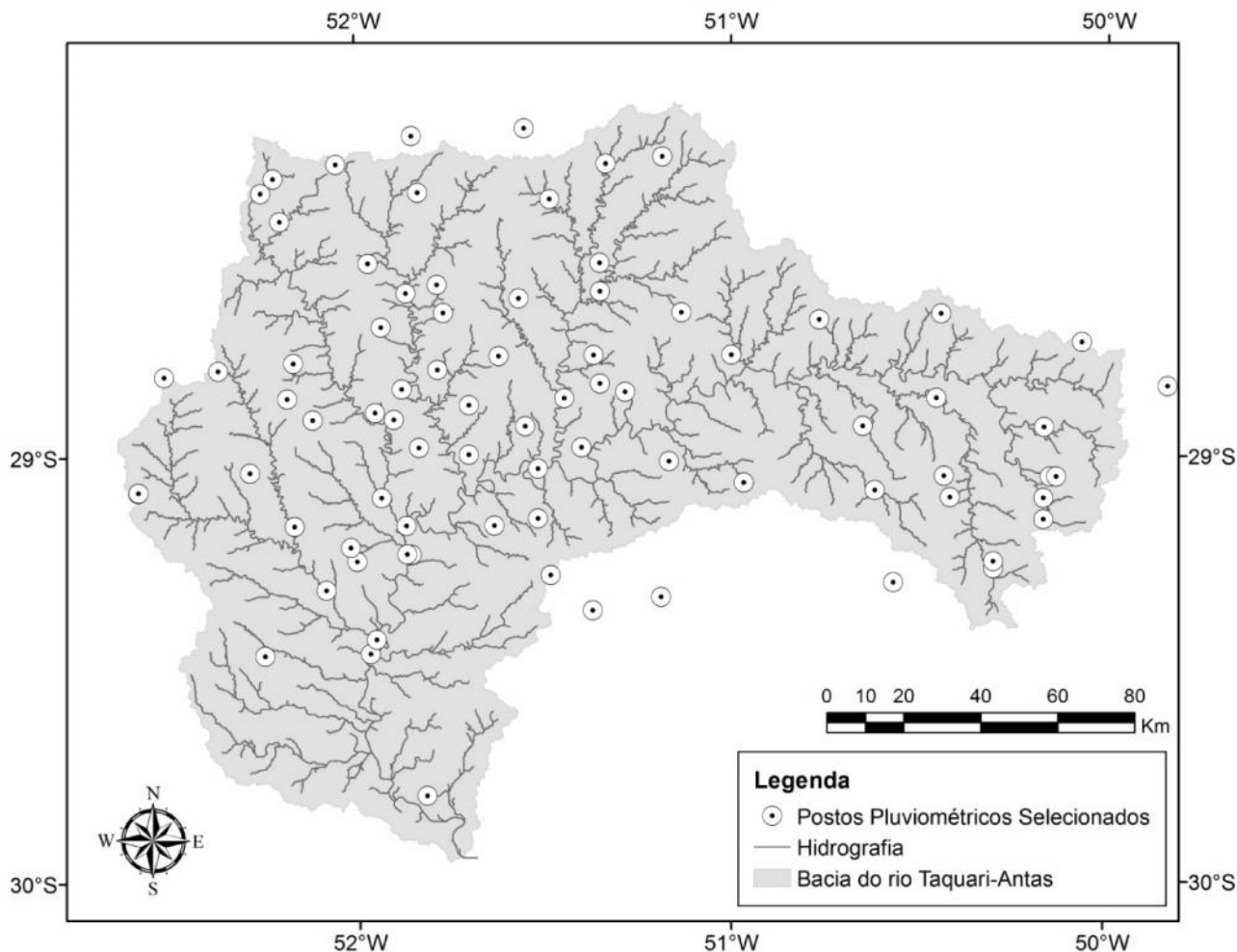


Tabela 13 - Informações sobre os postos pluviométricos selecionados.

NOME	CÓDIGO	MUNICÍPIO	LATITUDE	LONGITUDE
Timbé do Sul	02849019	Timbé do Sul	-28,84	-49,84
Bom Jesus	02850001	Bom Jesus	-28,67	-50,44
Capela São José dos Ausentes	02850002	São José dos Ausentes	-29,09	-50,63
Passo da Garrafa	02850007	Cambará do Sul	-28,93	-50,17
Passo Tainhas	02850009	São Francisco de Paula	-28,87	-50,46
Korff	02850013	Vacaria	-28,77	-51,00
Cazuza Ferreira	02850016	São Francisco de Paula	-28,93	-50,65
Monte Alegre dos Campos	02850020	Monte Alegre dos Campos	-28,68	-50,78
Vista Alegre	02851001	Vista Alegre do Prata	-28,80	-51,78
André Rocha	02851002	Lagoa Vermelha	-28,63	-51,57
Antônio Prado	02851003	Antônio Prado	-28,85	-51,28
Araca	02851004	Nova Prata	-28,67	-51,77
Casca I	02851005	Casca	-28,57	-51,97
Dois Lajeados	02851006	Dois Lajeados	-28,98	-51,83

NOME	CÓDIGO	MUNICÍPIO	LATITUDE	LONGITUDE
Encruzilhada II	02851007	Lagoa Vermelha	-28,23	-51,55
Ituim (Entre Rios)	02851008	Vacaria	-28,55	-51,35
Fagundes Varela	02851009	Veranópolis	-28,67	-51,14
Fazenda Roseira	02851010	Vacaria	-28,67	-51,14
Guaporé	02851011	Guaporé	-28,92	-51,90
Linha Gomercindo	02851015	Antônio Prado	-28,83	-51,35
Nova Roma	02851018	Nova Roma do Sul	-28,98	-51,40
Paraí	02851019	Paraí	-28,60	-51,78
Passo das Pedras	02851020	Ibiaça	-28,26	-51,86
Passo da Prata	02851021	Veranópolis	-28,88	-51,45
Passo Migliavaca	02851022	Casca	-28,62	-51,87
Ponte Santa Rita	02851023	Lagoa Vermelha	-28,32	-51,33
Prata	02851024	Nova Prata	-28,76	-51,63
Segredo	02851026	Vacaria	-28,77	-51,37
Serafina Corrêa	02851027	Serafina Corrêa	-28,70	-51,93
Trinta e Cinco	02851028	David Canabarro	-28,39	-51,85
PCH Guaporé	02851031	Guaporé	-28,90	-51,95
Usina Saltinho	02851032	Vacaria	-28,62	-51,35
Veranópolis	02851033	Veranópolis	-28,93	-51,55
Cotiporã	02851037	Cotiporã	-29,00	-51,70
Guaporé	02851044	Guaporé	-28,84	-51,88
Muitos Capões	02851051	Muitos Capões	-28,32	-51,21
Nossa Senhora de Fátima	02851052	Nossa Senhora de Fátima	-28,46	-51,54
Arvorezinha	02852003	Arvorezinha	-28,87	-52,18
Auler	02852004	Soledade	-28,80	-52,38
PCH Capigui Barramento	02852005	Marau	-28,35	-52,22
Ilópolis	02852014	Ilópolis	-28,93	-52,13
Marau	02852016	Marau	-28,45	-52,20
Maurício Cardoso	02852017	Arvorezinha	-28,78	-52,17
PCH Capigui Jusante	02852028	Marau	-28,38	-52,26
Campo do Meio	02852052	Gentil	-28,33	-52,05
Soledade	02852053	Soledade	-28,81	-52,51
Azulega	02950003	Cambará do Sul	-29,15	-50,17
Barragem Divisa	02950005	São Francisco de Paula	-29,30	-50,57
Cambará do Sul	02950007	Cambará do Sul	-29,05	-50,15
Camisas	02950008	Cambará do Sul	-29,11	-50,19
Fazenda do Passo Raso	02950014	São Francisco de Paula	-29,10	-50,42
Lajeado Grande	02950019	São Francisco de Paula	-29,09	-50,63
Seca	02950033	Caxias do Sul	-29,07	-50,97
Tainhas	02950035	São Francisco de Paula	-29,27	-50,30
Faxinal dos Pelúcios	02950048	São Francisco de Paula	-29,05	-50,43

NOME	CÓDIGO	MUNICÍPIO	LATITUDE	LONGITUDE
Cambará do Sul	02950054	Cambará do Sul	-29,05	-50,13
Vila Tainhas	02950063	São Francisco de Paula	-29,28	-50,31
Bento Gonçalves	02951003	Bento Gonçalves	-29,15	-51,52
Carlos Barbosa	02951007	Carlos Barbosa	-29,28	-51,48
Encantado	02951010	Encantado	-29,23	-51,87
Encantado	02951011	Encantado	-29,23	-51,87
Flores da Cunha	02951015	Flores da Cunha	-29,02	-51,17
Lajeado	02951018	Lajeado	-29,47	-51,97
Monte Belo	02951019	Bento Gonçalves	-29,17	-51,63
Monte Claro	02951020	Veranópolis	-29,03	-51,52
Nova Palmira	02951022	Caxias do Sul	-29,33	-51,19
São Vendelino	02951027	São Valério do Sul	-29,37	-51,37
Taquari	02951030	Taquari	-29,80	-51,82
Barra do Zeferino	02951039	Encantado	-29,10	-51,93
Vila Progresso	02951043	Progresso	-29,25	-52,00
Lajeado	02951063	Lajeado	-29,43	-51,95
Muçum	02951070	Muçum	-29,17	-51,87
Barros Cassal	02952001	Barros Cassal	-29,09	-52,58
Barros Cassal	02952002	Barros Cassal	-29,08	-52,58
Marques de Sousa	02952006	Arroio do Meio	-29,32	-52,08
Nova Brescia	02952007	Nova Brescia	-29,22	-52,02
Pouso Novo	02952029	Pouso Novo	-29,17	-52,17
Deodoro	02952037	Venâncio Aires	-29,47	-52,25
São José do Herval	02952038	São José do Herval	-29,04	-52,28

3.2. Precipitação média

A precipitação média mensal da bacia foi calculada pelo método dos Polígonos de Thiessen. Esse método subdivide a área da bacia em áreas delimitadas por retas unindo os pontos das estações, dando origem a vários triângulos. Traçando as mediatrizes de cada triângulo, obtêm-se vários polígonos que encerram, cada um, apenas um posto de observação. Admite-se que cada posto seja representativo daquela área onde a altura precipitada é tida como constante. Cada estação recebe um peso pela área que representa em relação à área total da bacia. Se os polígonos abrangem áreas externas à bacia, essas porções devem ser eliminadas no cálculo. Considerando a área total (A) e as áreas parciais ($A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$), com as respectivas alturas precipitadas ($P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$), a precipitação média é obtida através da Equação 1 (TUCCI, 2012).

$$P_m = \frac{A_1 P_1 + A_2 P_2 + A_3 P_3 + \dots + A_n P_n}{A} \quad (1)$$

Apesar de não considerar o relevo da bacia, esse método apresenta resultados satisfatórios quando utilizado em terrenos levemente acidentados e as distâncias entre os pluviômetros não são elevadas. Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** são exibidos os polígonos de Thiessen para a bacia do rio Taquari-Antas. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta a distribuição das chuvas e os valores médios mensais das estações, bem como a precipitação média mensal calculada para a bacia utilizando os respectivos períodos de observação.

Figura 12 - Polígonos de Thiessen para a bacia do rio Taquari-Antas.

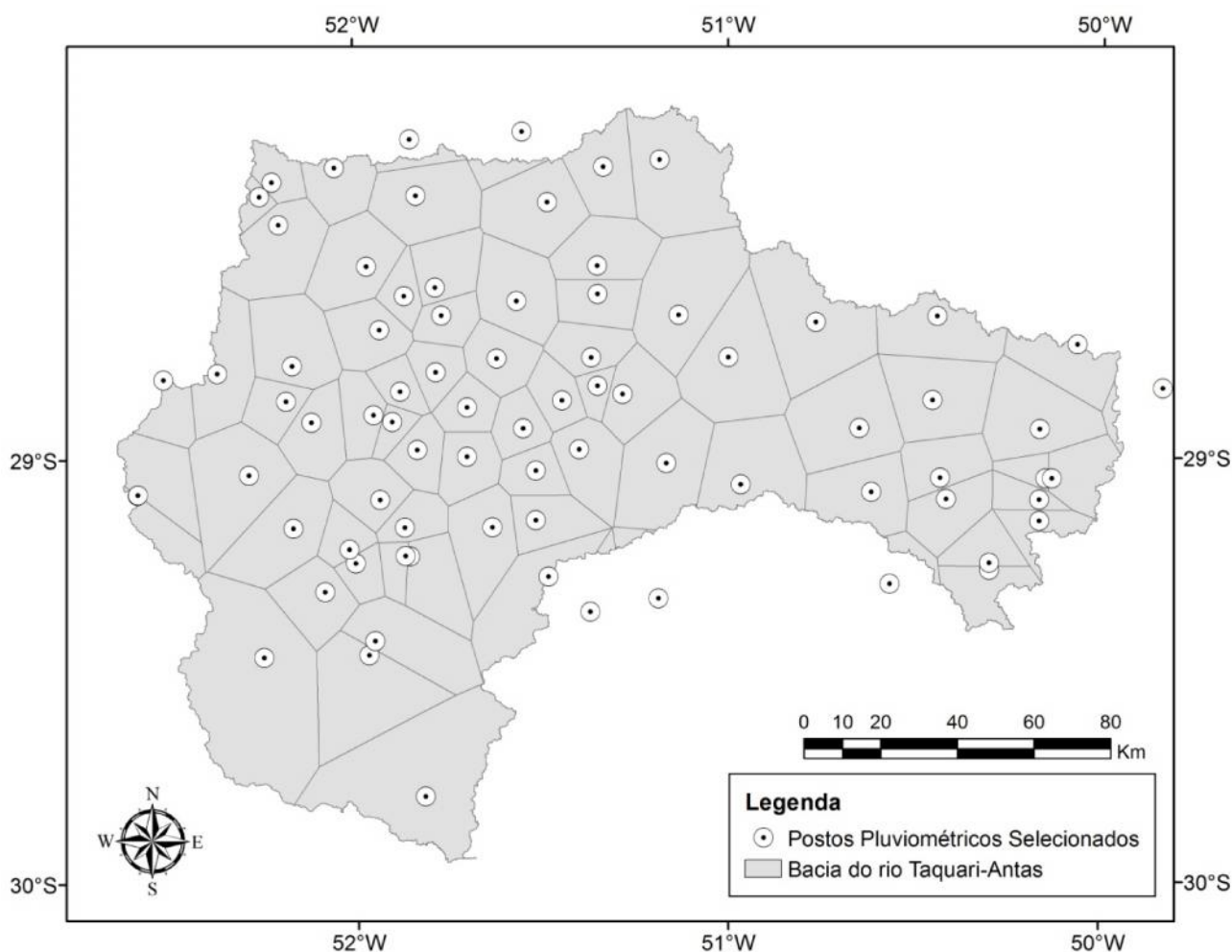


Tabela 14 - Distribuição mensal da precipitação na bacia do rio Taquari-Antas.

CÓD	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
02849019	238,7	259,0	189,6	120,7	110,2	99,3	123,7	141,6	147,8	175,1	182,0	195,1	1980,4
02850001	183,5	208,4	102,6	98,9	63,4	139,3	129,0	241,3	126,4	194,1	158,2	171,5	1884,9
02850002	183,3	203,1	123,6	107,7	88,9	121,7	158,2	160,4	166,6	196,3	137,9	135,8	1760,1

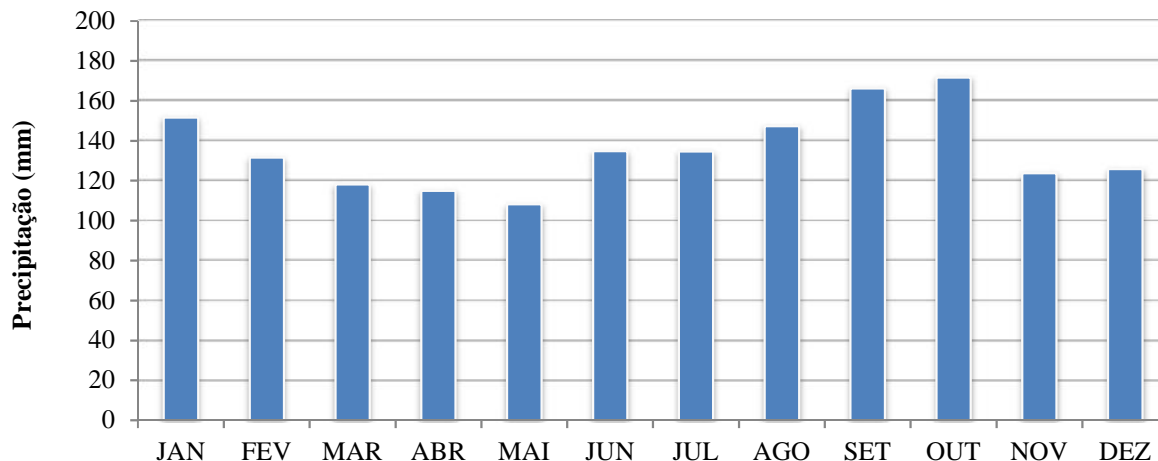
CÓD	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
02850007	132,1	120,7	122,0	96,5	77,6	103,4	101,6	119,6	171,9	123,8	78,4	114,5	1370,3
02850009	155,0	144,4	123,2	99,2	93,1	118,2	129,3	130,8	152,7	141,3	106,2	127,4	1539,6
02850013	143,0	145,3	115,8	87,2	83,0	111,6	97,8	165,9	153,7	127,5	97,8	137,8	1539,9
02850016	87,8	66,5	105,3	109,0	135,6	120,9	146,7	108,8	164,9	131,5	131,3	128,5	1436,7
02850020	122,7	92,1	103,1	127,1	121,1	120,2	141,1	102,5	161,0	166,1	139,3	72,8	1469,2
02851001	143,1	146,4	135,2	95,1	85,9	128,6	117,6	161,5	184,4	159,8	111,4	144,5	1634,5
02851002	158,3	127,0	129,4	98,0	80,8	133,3	124,8	170,1	173,4	154,4	118,2	122,8	1642,0
02851003	173,7	154,9	120,0	121,2	115,2	145,6	144,9	141,9	170,9	154,2	120,5	149,9	1728,6
02851004	156,5	136,8	129,5	94,4	85,1	121,9	120,3	164,1	184,4	148,5	105,2	141,8	1591,2
02851005	247,3	182,2	97,7	154,0	101,2	144,4	154,8	159,4	203,5	238,2	130,8	137,8	1951,3
02851006	142,5	115,9	129,6	103,4	90,8	144,8	117,0	160,5	180,6	155,0	99,2	144,1	1633,4
02851007	138,1	152,6	133,5	71,9	103,9	123,1	133,1	181,4	171,2	157,3	118,7	156,5	1653,7
02851008	148,8	137,1	119,1	96,5	96,4	117,7	115,5	153,4	172,1	139,9	98,8	146,6	1549,6
02851009	258,7	139,7	99,7	131,8	79,7	114,2	164,7	140,8	158,7	213,5	158,6	140,1	1800,1
02851010	164,9	161,4	109,2	114,6	115,6	129,6	147,5	149,7	181,3	166,6	130,3	139,6	1714,0
02851011	156,0	141,1	140,9	115,5	130,1	166,9	138,7	152,0	182,2	154,0	123,0	135,4	1696,6
02851015	151,1	107,2	103,2	104,6	80,4	142,1	110,6	156,4	216,3	152,9	79,7	108,1	1583,3
02851018	143,3	118,1	123,0	89,3	81,6	134,9	114,5	163,0	181,2	142,5	98,9	133,9	1502,4
02851019	344,0	326,6	102,7	90,8	77,0	220,2	260,9	456,8	395,4	330,8	304,5	218,1	3127,7
02851020	158,1	144,2	118,9	123,4	142,8	133,7	155,5	151,0	185,3	197,2	141,9	148,7	1800,5
02851021	140,1	129,7	121,3	112,2	102,7	126,5	139,6	146,0	168,2	150,3	118,7	137,6	1594,6
02851022	155,2	152,4	125,8	128,6	116,2	140,0	153,8	167,2	181,3	186,6	139,7	152,6	1800,3
02851023	76,2	93,8	76,5	56,5	91,6	103,2	115,5	145,4	113,7	104,0	94,1	98,3	1162,0
02851024	133,5	131,8	117,2	114,8	107,3	129,0	150,3	146,2	164,6	158,2	119,1	130,6	1602,6
02851026	184,8	176,3	85,5	129,6	82,9	140,4	159,6	154,6	174,9	205,3	90,3	130,0	1714,2
02851027	207,0	165,6	110,9	130,4	90,9	137,1	167,0	158,6	177,0	238,2	136,7	122,5	1855,4
02851028	144,6	141,0	114,5	114,4	126,3	130,0	151,5	154,9	176,6	177,4	130,4	149,5	1714,1
02851031	147,2	152,2	111,8	86,9	99,7	153,7	129,8	195,0	142,4	154,3	169,9	180,6	1722,4
02851032	135,4	143,7	122,9	86,2	84,3	118,3	117,4	182,3	173,8	146,8	127,2	152,8	1589,9
02851033	147,6	123,1	122,7	98,9	93,5	141,8	116,8	159,1	191,4	148,3	106,8	142,5	1613,6
02851037	145,0	120,3	125,6	104,2	90,0	137,6	112,1	160,2	174,0	155,5	107,1	123,6	1574,0
02851044	165,8	124,1	107,1	158,8	140,6	153,0	169,2	127,7	190,3	184,7	147,6	119,4	1824,0
02851051	166,8	103,3	111,4	145,2	130,1	122,5	115,9	110,4	158,2	185,2	160,1	150,9	1660,0
02851052	122,4	103,5	121,2	150,7	128,1	143,0	133,6	84,0	131,9	206,7	157,8	144,7	1627,6
02852003	155,5	147,4	138,4	102,8	102,1	147,8	125,7	166,5	188,3	159,6	97,7	139,0	1672,7
02852004	145,4	140,7	121,9	131,4	123,5	146,1	175,3	153,9	180,2	182,3	146,1	142,5	1790,9
02852005	141,9	128,7	130,8	97,4	91,0	132,3	123,6	188,0	180,8	157,6	134,3	163,7	1673,8
02852014	164,0	136,4	116,4	120,0	114,6	136,6	150,7	145,3	181,2	168,3	128,2	132,6	1701,3
02852016	157,4	140,3	111,5	119,6	124,1	135,5	142,4	144,1	179,4	178,2	131,8	144,5	1715,5
02852017	154,9	131,4	136,1	118,2	103,6	156,6	126,1	168,8	191,0	165,8	109,7	151,9	1740,5
02852028	136,3	120,6	105,6	93,9	91,5	140,1	120,3	149,3	161,3	145,5	114,6	132,1	1513,6

CÓD	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
02852052	99,4	72,8	108,4	154,8	153,1	162,9	112,4	114,4	153,7	214,8	183,2	71,3	1601,2
02852053	72,9	57,0	77,0	133,0	163,5	250,2	182,0	90,5	139,6	194,7	139,5	90,9	1666,9
02950003	146,2	137,0	143,5	97,9	86,0	111,5	120,4	133,1	183,7	142,0	84,3	129,9	1526,9
02950005	144,5	145,8	144,9	71,6	79,6	109,3	123,9	166,2	158,3	127,1	111,2	156,1	1542,6
02950007	142,1	137,2	126,0	84,7	73,1	104,0	103,5	121,7	152,2	126,4	79,6	118,2	1377,4
02950008	164,4	170,9	98,8	108,6	73,8	106,1	118,1	156,1	134,1	153,6	134,1	106,5	1525,1
02950014	139,1	142,0	126,7	96,9	84,7	120,3	111,0	142,9	178,0	140,8	88,7	126,4	1506,8
02950019	223,9	203,2	96,0	115,6	69,3	149,7	137,3	175,0	175,1	213,7	120,3	114,8	1793,8
02950033	159,3	140,5	117,1	114,3	106,0	134,4	153,4	139,1	165,0	149,5	112,1	131,4	1629,0
02950035	138,8	123,2	123,5	89,7	79,7	106,9	115,1	136,8	153,8	126,2	97,8	120,2	1399,5
02950048	149,9	185,5	104,3	104,9	75,5	113,0	132,9	145,8	140,0	180,9	126,0	107,4	1569,8
02950054	279,3	215,7	152,5	126,5	120,2	113,2	147,3		203,8	121,2	69,8	121,2	
02950063	136,2	107,3	140,6	123,8	129,8	119,1	133,5	115,8	167,7	199,7	133,5	108,5	1626,3
02951003	136,0	139,6	124,5	111,8	108,1	150,9	136,0	145,1	160,0	158,4	109,3	131,3	1618,1
02951007	136,4	128,6	123,4	113,8	81,9	154,5	130,8	176,9	187,3	173,0	89,7	147,9	1712,8
02951010	122,0	111,6	94,4	92,7	93,1	134,5	119,4	122,5	136,6	130,0	100,6	114,0	1377,4
02951011	175,5	102,4	112,0	68,1	93,3	135,6	98,7	78,6	112,6	111,8	86,2	106,9	1292,5
02951015	151,2	130,2	134,1	105,7	90,8	140,5	122,2	179,7	178,4	154,9	94,5	135,5	1631,9
02951018	133,2	122,7	114,2	100,1	108,2	133,2	116,2	126,5	141,4	137,1	98,8	124,3	1453,0
02951019	207,8	163,7	113,5	154,5	84,1	137,2	163,7	155,5	167,1	192,0	162,8	133,1	1834,9
02951020	206,5	153,6	81,0	139,6	78,8	120,6	170,6	153,5	170,0	205,3	163,0	139,8	1782,3
02951022	147,0	140,1	113,7	111,3	103,6	146,9	134,7	135,4	145,2	145,3	112,3	129,1	1569,3
02951027	143,9	144,6	118,2	122,9	127,6	160,1	160,2	141,2	148,4	161,3	141,9	142,8	1713,1
02951030	115,2	119,4	97,8	100,6	108,8	144,4	131,5	131,3	141,5	143,2	75,6	99,0	1428,6
02951039	213,5	207,1	90,3	75,5	34,0	187,1	63,0	233,0	92,0	230,5	149,0	79,6	1786,3
02951043	270,1	177,4	63,9	100,7	54,4	142,8	103,4	247,7	131,8	337,2	217,1	170,3	2016,7
02951063	79,5	132,2	213,8	155,5	195,6	144,6	243,7	220,5	120,3	123,8	101,6	86,0	1571,1
02951070	158,0	127,5	110,0	141,8	120,0	138,6	161,0	116,1	167,1	187,8	138,0	129,2	1683,3
02952001	165,0	140,1	103,6	165,4	119,3	142,6	178,6	123,2	181,0	216,9	168,8	128,7	1806,2
02952002	150,4	132,6	139,4	107,6	101,0	155,0	127,6	149,5	174,1	167,4	112,8	130,0	1662,1
02952006	137,4	131,6	126,8	99,3	80,7	134,6	114,2	139,6	169,4	145,2	95,0	126,9	1469,1
02952007	123,3	127,2	113,4	94,5	81,4	130,0	108,7	144,0	162,1	130,5	94,1	124,6	1435,5
02952029	152,2	142,0	136,6	103,3	99,4	155,3	126,3	158,5	192,3	169,7	116,8	144,7	1705,3
02952037	158,4	57,1	137,2	147,2	175,3	110,7	114,7	106,1	172,6	260,7	180,8	84,8	1792,6
02952038	75,6	45,1	113,1	148,5	173,1	167,7	138,6	119,5	119,9	176,1	115,5	74,8	1488,1
MÉDIA	151,7	131,6	118,1	114,9	108,2	134,8	134,7	147,3	166,2	171,6	123,8	125,9	1623,8

A média anual da bacia, considerando todos os postos selecionados, é de, aproximadamente, 1624 mm.

Os valores máximos são encontrados no mês de outubro. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta a distribuição da precipitação média mensal calculada ao longo do ano.

Figura 13 - Distribuição da precipitação média mensal ao longo do ano.

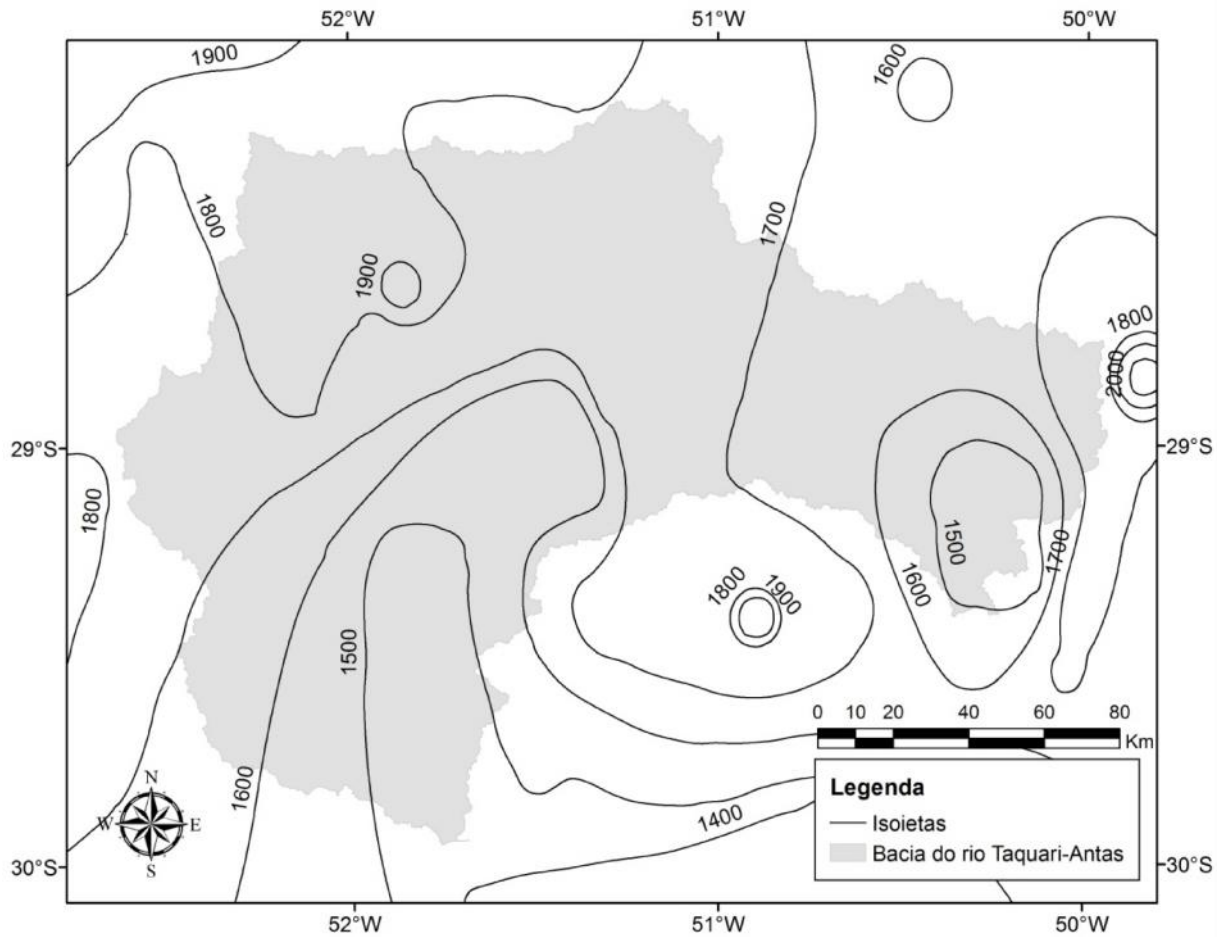


Analisando a variação sazonal das chuvas observadas em cada uma das estações pluviométricas utilizadas e a precipitação média calculada, verifica-se que estas possuem um comportamento semelhante: a precipitação distribui-se bem ao longo do ano, não possuindo períodos secos e chuvosos bem definidos.

3.2.1. Distribuição espacial das chuvas

As isoietas de precipitação média anual da bacia são apresentadas na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** para representar a distribuição da chuva no espaço. Neste mapa pode ser observado que a distribuição da chuva média na bacia varia entre 1500 e 1900 mm, com a maior parte de sua superfície localizada entre as isoietas 1600 e 1800 mm.

Figura 14 - Mapa de Isoietas.



Fonte: CPRM, 2006.

3.3. Vazão

Na bacia do Rio Taquari-Antas foram inventariadas 21 estações fluviométricas, a partir do banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA) – Hidroweb (www.hidroweb.ana.gov.br). Com auxílio do programa de Manejo de Dados Hidrológicos do Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS realizou-se a construção de um gráfico de Gantt para verificar a disponibilidade de cada estação (ver **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Através dessa análise, 8 postos foram descartados, restando um total de 13 estações fluviométricas. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** lista os postos fluviométricos selecionados. A localização espacial dos postos é apresentada na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Figura 15 - Disponibilidade de dados dos postos fluviométricos inventariados.

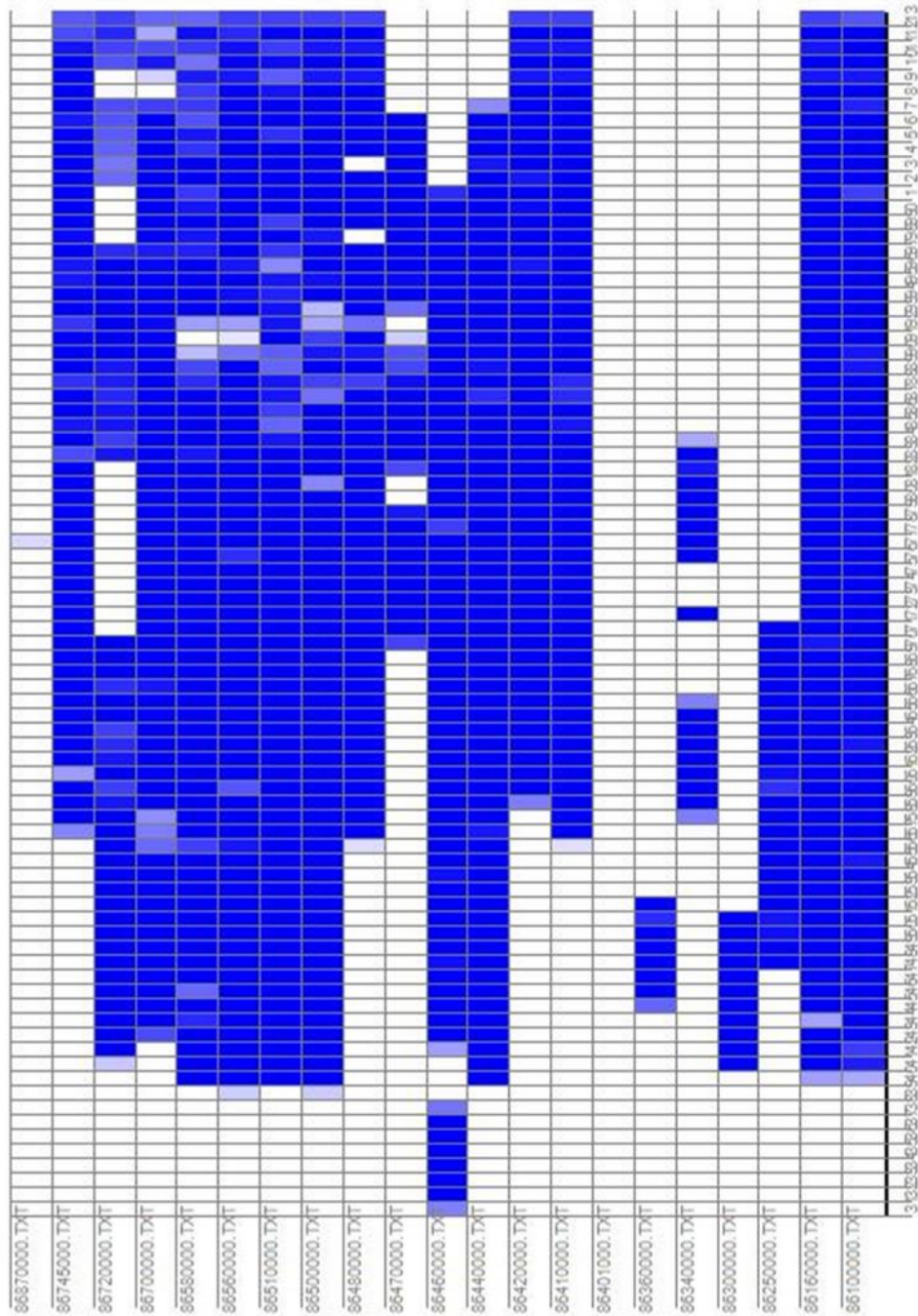
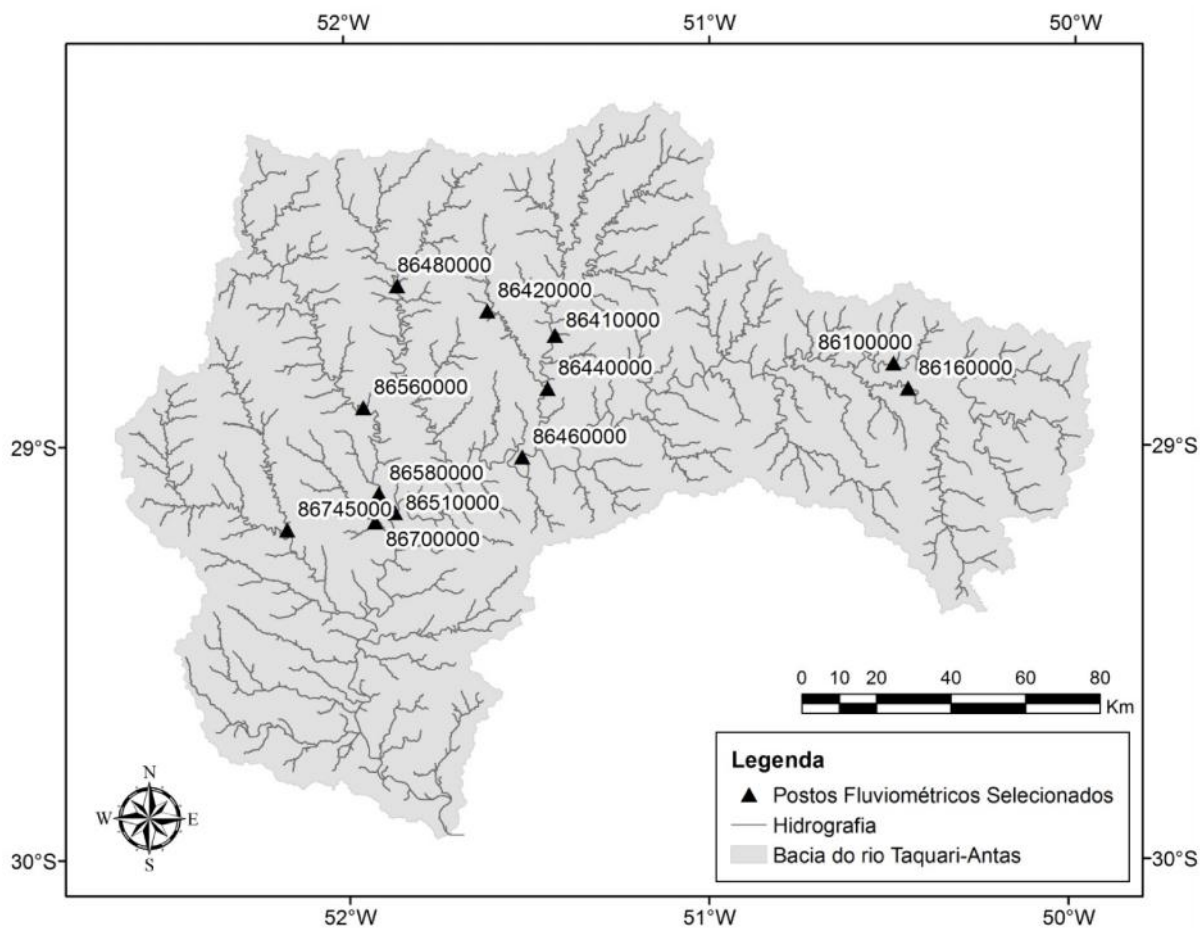


Tabela 15 - Informações sobre os postos fluviométricos selecionados.

Código	Nome da estação	Rio	Latitude	Longitude	Área (km ²)
86100000	Passo do Gabriel	Rio das Antas	-28,81	-50,50	1.820
86160000	Passo Tainhas	Rio Tainhas	-28,87	-50,46	1.120
86410000	Passo Barra do Guaiaveira	Rio Turvo	-28,74	-51,42	2.820
86420000	Ponte do Prata	Rio Prata	-28,68	-51,61	317
86440000	Passo do Prata	Rio Prata	-28,87	-51,45	3.600
86460000	Monte Claro	Rio das Antas	-29,03	-51,52	12.100
86480000	Passo Migliavaca	Rio Carreiro	-28,62	-51,86	1.330
86500000	Passo Carreiro	Rio Carreiro	-28,85	-51,83	1.820
86510000	Muçum	Rio Taquari	-29,17	-51,87	16.000
86560000	Linha Colombo	Rio Guaporé	-28,91	-51,95	2.030
86580000	Santa Lúcia	Rio Guaporé	-29,12	-51,91	2.470
86700000	Ponte Jacaré	Arroio Jacaré	-29,19	-51,92	436
86745000	Passo do Coimbra	Rio Forqueta	-29,22	-52,19	791

Figura 16 - Localização dos postos fluviométricos.



3.3.1. Curvas de permanência e hidrogramas

As curvas de permanência de vazões e os hidrogramas observados são apresentados nas **Erro! Fonte de referência não encontrada.** a **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, para alguns postos fluviométricos (86440000 e 86510000). As curvas relacionam a vazão ou nível de um rio com a probabilidade de ocorrência de vazões maiores ou iguais ao valor da ordenada, sendo estabelecida a partir da série hidrológica obtida em cada posto fluviométrico. Por sua vez, os hidrogramas são apresentados para ilustrar a variabilidade do regime hidrológico da bacia.

Figura 17 - Curva de permanência da estação 86440000.

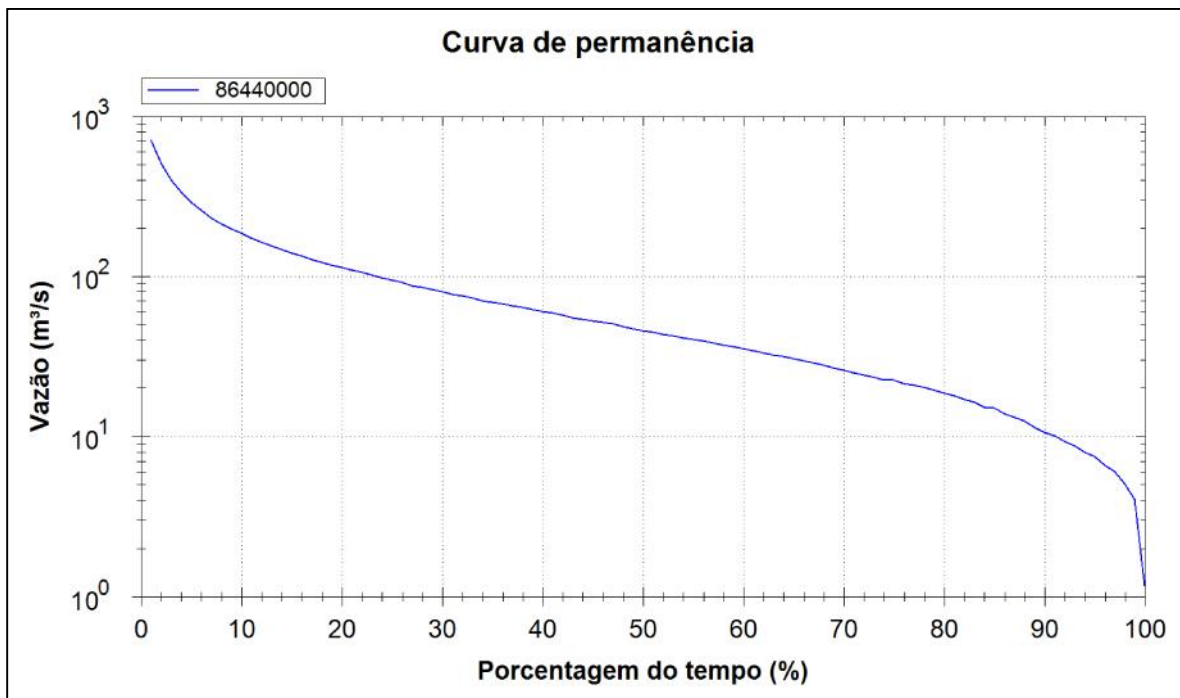


Figura 18 - Hidrograma da estação 86440000 (Rio da Prata) apresentando o pico do evento de abril de 1956.

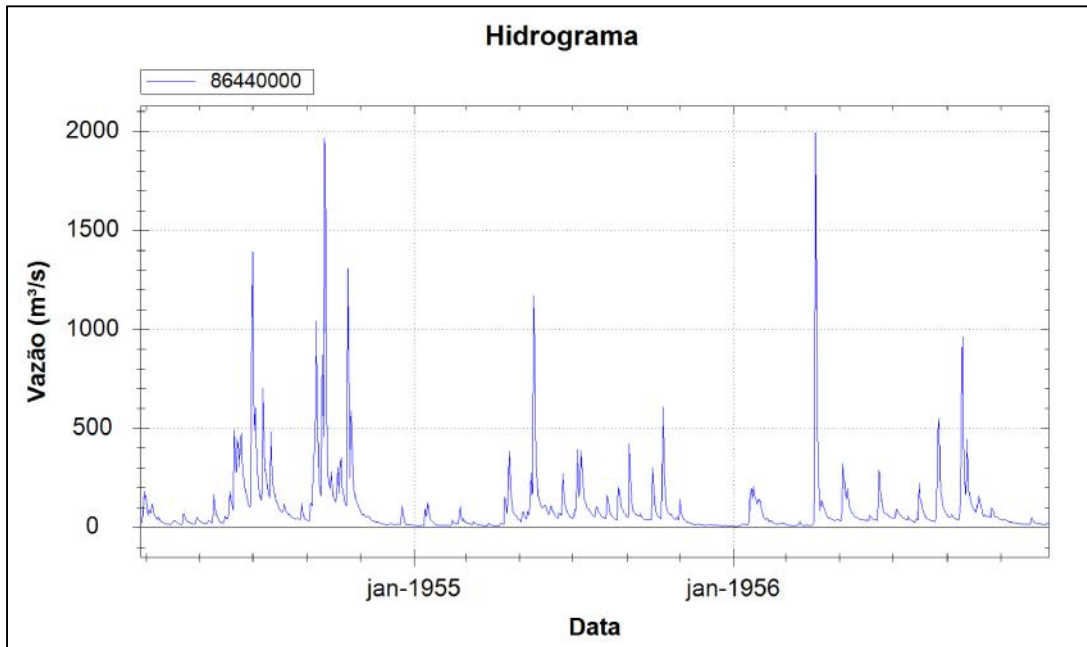


Figura 19 - Curva de permanência da estação 86510000.

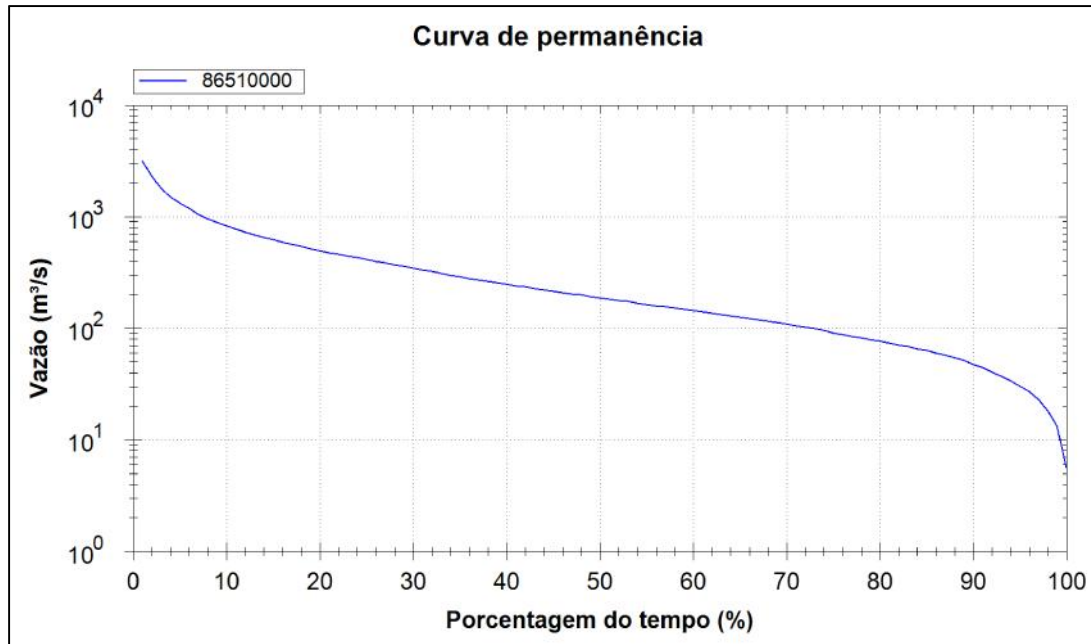
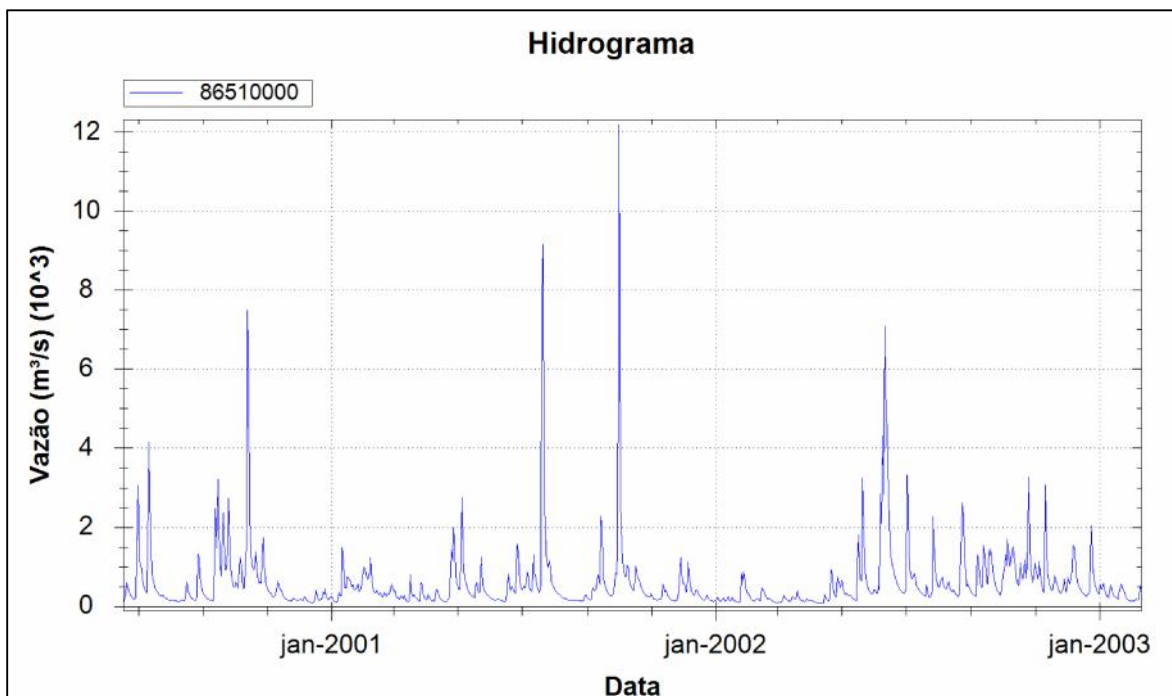


Figura 20 - Hidrograma da estação 86510000 (Rio Taquari – em Muçum) apresentando o pico do evento de outubro de 2001.



Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** são apresentados alguns valores de referência, para vazões de permanência, calculados para cada uma das estações fluviométricas utilizadas.

Tabela 16 - Vazões (m³/s) x permanência (%).

ESTAÇÃO	Permanência (%)									
	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
8610000	23,20	20,48	18,12	16,11	14,22	12,38	10,70	9,12	7,29	5,53
8616000	11,82	10,33	9,05	7,88	6,69	5,52	4,49	3,62	2,73	1,79
8641000	36,87	32,59	28,84	25,45	22,04	18,48	14,84	11,92	8,68	5,87
8642000	4,61	3,93	3,18	2,95	2,65	2,40	2,12	1,81	1,27	0,86
8644000	46,00	40,11	34,82	30,43	26,20	21,95	18,55	14,58	10,57	7,45
8646000	135,52	117,91	102,12	87,49	73,02	60,84	49,00	37,95	28,28	18,10
8648000	14,32	12,56	10,89	9,02	7,74	6,37	4,98	3,84	2,85	2,13
8650000	20,11	17,11	14,71	12,59	10,92	9,07	7,34	5,82	4,37	2,68
8651000	179,31	157,11	138,90	122,33	106,37	89,40	75,72	61,40	46,19	29,26
8656000	23,92	21,08	18,45	16,06	13,86	11,68	9,77	8,06	6,06	4,27
8658000	30,98	27,21	23,97	21,19	18,88	16,83	14,50	12,08	9,60	6,95
8670000	3,96	3,32	2,84	2,37	2,04	1,72	1,36	1,09	0,80	0,52
8674500	12,79	11,33	9,99	8,81	7,60	6,32	4,94	3,51	2,28	1,02

Analisando a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** pode-se perceber que, para o rio Taquari (representado pela estação 86510000), as vazões com 90% e 95% de permanência são aproximadamente 46 m³/s e 29 m³/s, respectivamente. Essas vazões são frequentemente tomadas como referência para a concessão de outorga do uso da água em muitas bacias, representando o limite superior de utilização da água em um determinado manancial. Ainda para o rio Taquari, a vazão com 50% de permanência, também chamada de vazão mediana, foi de 179 m³/s, aproximadamente.

3.3.2. Vazões médias

As vazões médias calculadas para cada estação fluviométrica são apresentadas na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Tabela 17 - Vazões médias anuais (m³/s) para cada estação fluviométrica.

Ano	86100000	86160000	86410000	86420000	86440000	86460000	86480000	86500000	86510000	86560000	86580000	86700000	86745000
1931						98,8							
1932						312,6							
1933						171,8							
1934						226,9							
1935						229,4							
1936						292,7							
1937						252,9							
1938						144,1							
1939								13,7		15,9			
1940	26,3	16,4			93,1			51,5	404,3	70,5	95,2		
1941	79,7	41,5			154,8			70,7	563,8	101,4	139,5		
1942	22,5	16,6			57,9	53,3		35,3	242,1	34,7	66,7		
1943	20,4	8,1			44,2	110,5		22,0	152,8	20,4	38,7	5,5	
1944	28,7	2,8			24,1	96,7		20,2	147,7	22,8	35,6	6,8	
1945	16,1	8,1			24,0	75,1		15,7	108,5	16,2	32,5	6,3	
1946	36,1	14,3			64,1	188,7		37,1	264,2	47,1	30,0	13,2	
1947	36,8	15,5			45,2	153,7		24,8	212,0	28,3	38,5	6,8	
1948	43,5	21,5			69,3	191,1		36,4	278,0	41,5	47,9	4,9	
1949	29,6	16,9			52,7	174,9		30,0	222,9	29,5	38,1	7,9	
1950	22,9	9,6			56,9	119,7		29,7	181,2	32,5	39,4	6,7	
1951	28,6	12,6			48,0	135,1		24,7	207,9	26,0	32,4	4,8	
1952	22,9	11,2			50,7	127,2		21,4	172,3	24,7	30,0	2,8	

Ano	86100000	86160000	86410000	86420000	86440000	86460000	86480000	86500000	86510000	86560000	86580000	86700000	86745000
1953	35,8	19,2			73,6	233,1		41,4	339,3	58,1	67,2	15,7	
1954	70,3	36,2			132,7	386,1		67,4	549,9	80,9	98,2	19,2	
1955	35,1	19,2			71,7	271,4		40,6	350,7	45,3	53,1	4,6	
1956	49,0	25,3	0,7		77,4	279,4		34,0	331,8	30,4	38,5	9,3	
1957	53,5	23,3	65,7		81,6	273,7	25,3	34,5	322,5	33,9	42,7	8,0	9,6
1958	53,9	22,9	75,2		93,9	284,4	28,8	44,4	360,7	43,3	54,4	10,3	16,8
1959	38,8	25,4	78,8	4,4	102,0	320,9	36,3	48,5	406,5	56,5	67,3	33,3	25,3
1960	30,4	21,1	48,5	6,2	61,6	199,6	20,5	28,0	275,5	16,8	46,5	9,5	10,3
1961	58,4	34,1	88,3	11,7	116,2	375,4	37,6	55,2	483,8	57,3	70,6	15,3	15,2
1962	14,9	7,5	18,6	2,1	24,0	77,4	8,0	11,5	93,3	13,3	33,2	3,5	2,6
1963	43,8	32,3	79,0	8,0	104,0	333,8	34,5	48,1	421,3	54,8	78,3	9,5	22,8
1964	23,7	12,3	31,1	4,1	45,5	150,6	15,4	23,5	200,2	24,8	31,8	9,1	9,1
1965	45,3	25,8	81,9	7,7	107,6	284,1	36,0	48,1	411,5	57,4	70,7	10,8	24,3
1966	54,3	33,2	106,9	13,3	141,2	426,5	53,5	70,3	580,5	77,7	101,5	15,0	47,6
1967	49,5	29,9	75,4	8,7	101,1	288,0	31,4	46,4	400,1	48,1	63,8	12,7	27,3
1968	22,1	9,8	20,9	3,6	32,6	112,6	13,4	20,6	150,5	22,4	28,7	5,8	14,3
1969	36,8	17,2	38,8	4,8	54,1	179,3	19,7	26,4	218,1	30,8	38,7	7,6	17,7
1970	34,6	20,2	58,7	7,6	77,4	232,0	26,2	38,0	301,0	39,1	53,1	10,8	23,9
1971	44,3	23,1	72,6	9,1	95,3	288,8	32,8	47,2	383,9	50,9	61,0	11,7	28,6
1972	64,5	38,1	99,5	12,5	135,9	437,0	54,9	78,0	592,4	92,7	113,9	16,8	40,8
1973	53,7	32,3	93,7	10,4	121,9	370,5	44,5	60,4	470,8	71,0	86,1	12,4	32,6
1974	35,2	17,3	47,3	5,8	62,7	202,3	24,3	34,0	251,1	37,1	39,8	7,7	20,7
1975	38,3	25,9	60,0	8,0	81,6	275,3	34,4	46,0	347,5	56,1	62,6	8,7	24,3
1976	46,1	30,2	64,5	7,8	84,2	291,0	29,3	42,0	386,4	35,3	49,1	9,4	23,0
1977	47,5	31,8	78,6	8,9	104,8	361,6	32,8	47,5	431,7	53,6	66,4	10,7	23,6
1978	25,4	14,0	35,1	5,1	52,9	155,8	19,7	29,5	215,6	36,8	37,0	4,6	14,1
1979	31,4	18,0	60,7	8,3	76,5	235,9	37,3	51,2	335,9	54,2	65,5	10,9	25,2
1980	40,7	28,5	68,9	8,5	93,2	343,2	34,2	50,3	378,9	53,7	64,0	9,2	24,9
1981	39,2	20,8	42,0	6,0	56,3	221,1	24,5	17,7	261,5	39,7	48,2	5,8	20,7
1982	31,5	23,2	72,2	10,3	92,6	294,9	38,2	52,5	375,2	63,6	77,6	11,6	35,0
1983	57,6	46,2	137,3	15,1	171,3	565,6	61,6	83,7	709,0	109,6	135,7	23,0	34,4
1984	45,8	34,0	92,9	12,1	119,8	409,6	46,3	62,8	564,3	79,6	101,8	18,7	43,4
1985	32,1	22,8	53,5	7,7	73,6	260,0	29,3	41,7	254,9	50,2	65,2	9,1	27,6
1986	31,8	20,5	46,7	7,0	66,9	248,7	27,1	38,8	313,1	48,3	63,5	14,1	34,1
1987	50,4	38,1	97,4	13,0	131,9	421,6	46,5	32,3	490,6	75,8	93,0	14,7	37,8
1988	32,4	24,7	51,3	8,2	82,8	263,7	23,8	36,2	347,5	48,8	55,1	10,5	22,3
1989	29,3	22,9	90,3	11,4	117,3	335,9	41,6	52,3	295,5	48,8	55,9	10,0	30,6

Ano	86100000	86160000	86410000	86420000	86440000	86460000	86480000	86500000	86510000	86560000	86580000	86700000	86745000
1990	45,0	35,1	104,8	13,2	144,1	420,8	45,0	60,5	361,1	43,0	14,2	18,3	47,7
1991	27,4	14,0	39,6	5,3	70,9	171,8	19,4	17,3	195,1	6,7		4,8	17,2
1992	44,9	32,2	88,3	10,3	106,2	379,0	30,5	23,6	446,7	23,2	24,9	8,6	28,7
1993	46,0	28,7	76,9	11,4	109,5	325,8	30,7	12,1	376,3	53,2	61,9	9,0	26,1
1994	44,4	31,2	81,4	15,0	112,6	371,9	49,3	63,4	448,5	64,3	85,0	9,4	42,7
1995	38,0	20,0	49,3	8,9	66,2	239,5	23,5	32,8	270,2	40,5	53,6	7,8	21,6
1996	53,8	29,0	63,9	9,6	88,0	341,3	32,1	44,8	138,5	55,6	67,8	10,3	29,5
1997	72,4	39,7	99,1	13,1	134,6	425,0	44,9	61,9	510,9	106,1	73,1	14,6	38,1
1998	63,2	35,3	112,3	14,0	146,6	461,1		68,6	587,4	99,4	106,4	12,4	31,3
1999	42,6	19,8	40,8	5,8	58,3	191,7	22,5	30,5	231,3	39,1	46,9	6,7	20,9
2000	85,7	33,8	76,0	8,0	98,3	349,0	34,9	48,1	417,2	57,5	68,2	15,9	36,7
2001	73,1	42,3	87,7	11,1	120,7	350,0	42,0	59,9	556,4	72,8	81,3	16,0	35,6
2002	80,0	46,1	92,2	9,1	128,2		48,4	67,7	651,2	88,7	112,2	19,4	45,7
2003	59,7	23,5	66,1	7,5	82,1			41,9	401,2	53,8	65,5	11,5	30,0
2004	41,3	17,3	49,3	6,2	68,7		20,8	29,3	276,3	35,1	42,8	5,0	17,5
2005	65,5	29,4	95,0	9,5	125,1		40,1	56,0	486,0	58,9	79,4	8,8	25,0
2006	35,5	14,6	34,8	4,3	48,9		15,0	22,3	214,7	26,6	34,3	5,6	10,6
2007	76,4	38,0	94,6	10,0	38,7		40,3	55,7	557,3	58,8	65,6	9,6	21,5
2008	72,2	24,7	55,9	6,3			25,2	35,6	359,4	45,8	64,9		19,4
2009	77,5	32,0	79,3	9,2			36,2	53,6	474,1	63,5	88,8	2,0	34,3
2010	80,7	28,4	82,7	9,3			38,1	78,6	510,2	56,2	63,7	9,1	24,7
2011	105,7	37,8	88,4	8,0			34,0	74,0	473,5	53,7	52,7	8,8	19,7
2012	34,1	16,8	35,9	4,0			16,1	30,4	235,3	25,0	38,9	1,2	7,0
2013	55,7	30,8	85,6	8,2			34,0	55,8	452,4	55,2	48,6	4,6	11,6
Média	45,4	24,6	69,2	8,6	86,1	262,8	32,6	42,5	356,6	49,2	61,4	10,2	25,5
Desvio	18,6	9,9	26,2	3,0	34,6	109,0	11,3	17,5	139,9	22,5	25,7	5,3	10,5
Máxima	105,7	46,2	137,3	15,1	171,3	565,6	61,6	83,7	709,0	109,6	139,5	33,3	47,7

Avaliando a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** pode-se verificar que a vazão média de longo período para a estação 86510000, localizada no rio Taquari, município de Muçum, apresenta uma vazão média de longo período igual a 357 m³/s, aproximadamente. Para a mesma estação fluviométrica, o ano de 1983 apresentou a maior média, chegando a 709 m³/s.

3.3.3. Vazões máximas

A vazão máxima é uma variável hidrológica que permite caracterizar cheias (enchentes) e inundações. É a vazão de pico dos hidrogramas de cheia. Em cada ano hidrológico (para cheias), e em cada ponto da

rede hidrográfica, podem ser definidas várias vazões máximas, em função do período de retorno e do intervalo de tempo de registro da série de vazões. Em postos fluviométricos com disponibilidade de vazões diárias a vazão máxima anual é o maior valor dos 365 dias (ou 366, no caso de ano bissexto). Entretanto, a vazão máxima de maior interesse é a vazão máxima instantânea que reflete a verdadeira potencialidade da bacia em produzir eventos extremos. A vazão máxima instantânea é maior que a vazão máxima diária e a diferença torna-se maior à medida que a área da bacia e o tempo de concentração diminuem.

A vazão máxima instantânea só pode ser avaliada com maior precisão em estações fluviométricas dotadas de linígrafo com registros a intervalos de tempo curtos. Como a maioria das estações fluviométricas apresenta séries de vazões diárias, torna-se necessário o uso de relações entre vazões máximas instantâneas e vazões máximas diárias derivadas de postos com linígrafos.

A vazão média de cheia é o valor esperado, em linguagem estatística, das vazões máximas de um ponto da rede hidrográfica. Ela tem a ordem de grandeza da vazão de extravasamento do leito menor do rio. A vazão média de cheia considerada neste texto é a média das vazões máximas diárias anuais. Numa série estacionária de vazões máximas diárias anuais, é o valor em torno do qual flutuarão as vazões médias anuais, sendo, por isso, um parâmetro importante da distribuição destas vazões máximas. Em postos fluviométricos com dados disponíveis de vazão diária, a vazão média de cheia é estimada pela média das vazões máximas anuais de todos os anos.

Neste estudo de regionalização, chamaremos simplesmente de vazão máxima a vazão máxima anual associada a um período de retorno - inverso da frequência de excedência - oriunda de uma distribuição de probabilidades. Salvo em item específico dedicado às vazões máximas instantâneas, as vazões máximas abordadas no texto têm duração diária. As vazões máximas anuais foram determinadas para cada estação fluviométrica selecionada e são apresentadas na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Tabela 18 - Vazões máximas anuais (m³/s) para cada estação fluviométrica.

Ano	86100000	86160000	86410000	86420000	86440000	86460000	86480000	86500000	86510000	86560000	86580000	86700000	86745000
1931						1421,5							
1932						3810,0							
1933						3680,0							
1934						2250,5							

Ano	86100000	86160000	86410000	86420000	86440000	86460000	86480000	86500000	86510000	86560000	86580000	86700000	86745000
1935						2411,5							
1936						4181,0							
1937						3896,0							
1938						2825,5							
1939								929,0		759,0			
1940	408,0	637,0			1963,0			700,0	5902,0	1058,0	859,0		
1941	2195,0	725,0			2502,0			1506,0	6664,0	1265,0	2247,0		
1942	921,6	517,0			531,5	1639,5		655,0	4431,5	651,8	1630,0		
1943	243,0	136,0			429,5	1407,5		366,0	1790,0	256,0	308,0	70,0	
1944	388,6	82,7			441,0	1885,0		470,0	3609,0	632,0	1144,0	342,0	
1945	376,0	229,0			759,2	2130,5		439,0	2970,5	346,0	567,0	200,0	
1946	397,0	206,0			1641,2	3986,0		1056,0	7193,0	1415,0	520,0	538,0	
1947	514,8	260,0			354,3	1618,4		309,0	2145,0	366,5	421,0	167,5	
1948	496,2	260,0			1005,6	2560,8		514,0	3604,6	441,2	608,0	131,0	
1949	367,6	285,0			585,0	2296,0		517,0	3080,0	354,0	585,0	214,0	
1950	890,4	507,0			3448,6	4761,2		1190,0	5315,0	1208,0	1169,0	366,0	
1951	380,2	306,0			714,8	2050,0		470,0	2826,8	341,2	493,0	95,4	
1952	277,0	128,0			360,5	1657,0		295,0	1654,0	247,0	275,0	45,6	
1953	1224,0	571,0			995,8	3235,0		529,0	4315,5	1180,0	1242,0	382,0	
1954	1440,0	462,0			1963,0	6700,0		882,0	4642,0	838,0	1742,0	423,5	
1955	745,2	602,0			1169,5	2848,4		709,0	3573,8	494,0	454,0	53,8	
1956	682,8	583,0	45,0		1990,2	4945,0	23,6	1104,0	7038,0	848,2	1626,0	864,8	
1957	697,2	342,0	1106,0		1341,4	3735,0	449,0	703,0	4615,0	548,0	839,0	145,2	588,0
1958	714,0	445,0	1174,0		1209,8	3485,0	394,0	1049,0	4088,2	632,0	778,0	190,7	695,0
1959	642,0	770,0	1005,0	69,2	1281,0	4111,0	529,0	794,0	6264,2	926,2	912,0	486,4	915,0
1960	334,0	313,0	831,0	75,7	1010,5	2970,0	425,0	505,0	4565,5	711,5	778,0	118,4	440,0
-	606,0	387,0	1257,0	120,0	1760,0	3961,0	631,0	926,0	5270,0	711,5	986,0	235,0	530,0
1962	164,6	89,8	204,0	21,6	208,0	1112,5	115,0	123,0	680,0	70,0	132,0	18,3	32,4
1963	512,4	497,0	865,0	66,0	1096,2	3485,0	410,0	543,0	4722,0	555,2	864,0	91,4	530,0
1964	273,0	199,0	444,0	58,0	552,0	2236,5	237,0	410,0	3282,4	383,0	405,0	164,7	306,0
1965	1140,0	700,0	2494,0	157,6	3379,0	6239,6	905,0	1344,0	7147,6	888,0	1166,0	271,4	639,5
1966	570,0	326,0	983,0	84,6	1186,6	2941,8	743,0	652,0	4418,0	759,0	1217,0	208,8	618,0
1967	895,6	822,0	1198,0	147,0	2044,8	3861,0	476,0	831,0	6268,8	838,0	1782,0	213,0	970,0
1968	269,0	117,0	227,0	39,3	273,8	1586,0	201,0	283,0	2108,8	302,6	453,0	118,4	208,8
1969	408,0	151,0	490,0	54,8	534,5	1716,5	299,0	276,0	2416,2	317,0	448,0	122,0	320,4
1970	534,0	310,0	615,0	66,0	706,0	1885,0	336,0	435,0	3036,0	327,5	422,0	213,0	466,0
1971	546,0	293,0	797,0	71,4	1040,0	2557,0	419,0	529,0	3626,6	481,5	1047,0	553,0	1178,0

Ano	86100000	86160000	86410000	86420000	86440000	86460000	86480000	86500000	86510000	86560000	86580000	86700000	86745000
1972	625,2	495,0	1029,0	122,0	1780,1	3901,0	554,0	744,0	5730,0	1330,0	1246,0	293,8	482,0
1973	697,2	515,0	768,0	68,1	1163,8	3225,0	407,0	501,0	4619,5	768,3	967,0	192,0	576,5
1974	950,2	398,0	444,0	43,1	476,6	1846,0	282,0	318,0	2708,0	321,2	640,0	393,3	1085,0
1975	635,0	509,0	679,0	85,7	890,0	2657,0	387,0	601,0	3653,0	457,5	793,0	197,6	426,0
1976	499,0	470,0	607,0	70,3	728,0	4494,0	251,0	410,0	5373,5	494,0	772,0	147,8	309,2
1977	741,5	571,0	1508,0	123,0	2313,0	5533,0	617,0	800,0	5698,5	695,0	1019,0	186,8	369,4
1978	189,0	182,0	391,0	66,0	828,9	2081,5	314,0	431,0	3022,8	686,0	865,0	100,9	235,0
1979	250,6	372,0	576,0	77,9	685,0	2191,0	458,0	616,0	3910,2	821,0	910,0	182,9	464,0
1980	327,0	709,0	939,0	99,0	1390,2	4510,2	485,0	567,0	5373,5	611,7	977,0	305,0	502,0
1981	462,2	225,0	472,0	94,0	1146,7	2144,5	551,0	402,0	3560,6	426,8	495,0	106,4	287,2
1982	470,9	502,0	1111,0	122,0	1378,0	4066,0	732,0	929,0	5540,2	808,6	1517,0	456,2	985,0
1983	721,2	588,0	1910,0	137,0	2486,4	6895,8	854,0	1348,0	7984,0	1380,0	1487,0	304,6	620,2
1984	247,0	479,0	1139,0	84,6	1305,0	3260,0	483,0	700,0	5128,0	790,0	1086,0	419,8	936,0
1985	305,0	249,0	595,0	84,6	819,5	2728,1	522,0	652,0	4071,6	605,9	705,0	147,2	428,0
1986	376,0	258,0	397,0	51,5	545,0	2600,0	338,0	487,0	3676,0	674,0	866,0	403,4	724,4
1987	343,0	415,0	1320,0	107,0	1687,4	3319,0	861,0	980,0	4844,0	793,1	1094,0	264,6	567,3
1988	668,4	723,0	970,0	189,2	1287,0	5212,6	479,0	846,0	8224,8	777,6	1212,0	369,2	700,0
1989	287,0	451,0	1982,0	192,7	2835,8	6261,5	630,0	1336,0	5328,4	1229,0	2380,0	381,7	675,0
1990	584,4	426,0	2405,0	196,3	3995,2	6870,9	829,0	1871,0	6032,0	1515,0	890,0	369,2	1235,0
1991	514,8	211,0	739,0	46,0	976,4	2876,0	298,0	239,0	4480,8	289,0		128,0	307,6
1992	390,7	430,0	2338,0	77,9	2786,0	6862,6	941,0	1380,0	8190,4	1418,0	2650,0	178,4	927,0
1993	519,6	430,0	1492,0	152,4	1901,8	4322,0	443,0	217,0	5912,4	1062,0	850,0	374,6	328,4
1994	335,0	315,0	727,0	140,0	1035,0	2538,0	514,0	581,0	3992,4	686,0	1003,0	137,6	731,0
1995	789,0	184,0	486,0	95,0	616,8	2120,0	521,0	501,0	2495,7	638,6	622,0	123,6	266,5
1996	495,0	361,0	497,0	128,9	588,0	2032,5	323,0	444,0	2225,4	560,0	608,0	193,8	486,0
1997	1040,0	644,0	1125,0	115,3	1740,2	5278,5	506,0	805,0	10004,8	1271,0	1815,0	264,5	660,0
1998	513,0	518,3	1149,0	108,0	1908,6	3820,2		588,6	4808,5	1277,0	1668,0	150,2	398,3
1999	595,2	282,5	370,0	45,0	411,0	1867,0	449,0	368,0	2214,8	446,0	393,0	161,0	404,0
2000	1395,0	440,8	1631,0	122,0	1674,2	7988,7	748,0	1052,6	7476,2	1088,0	1664,0	374,0	605,1
2001	1114,0	696,6	1901,0	250,0	2978,2	7998,0	796,0	1344,0	12175,0	1356,0	2917,0	536,2	1497,0
2002	833,5	495,5	934,6	93,0	1371,9		555,5	802,3	7068,8	904,0	1361,0	217,5	552,5
2003	1825,0	852,0	1229,9	94,0	1060,0			700,4	6512,0	907,2	1208,0	326,0	812,5
2004	566,0	205,5	647,0	60,0	791,4		189,8	244,0	1937,8	534,5	600,5	96,5	133,8
2005	1015,0	408,6	1217,6	144,0	2031,0		660,0	1185,9	7863,6	1078,0	1920,0	140,6	563,8
2006	718,0	224,6	423,0	57,0	668,2		210,2	262,7	4474,2	548,0	821,2	141,2	398,3
2007	1220,0	637,0	1750,0	132,5	405,0		743,2	1587,1	10216,0	1516,0	2324,0	486,0	1035,0
2008	2126,0	599,8	1357,3	114,4			748,0	850,0	10120,0	1115,0	2110,0		696,3

Ano	86100000	86160000	86410000	86420000	86440000	86460000	86480000	86500000	86510000	86560000	86580000	86700000	86745000
2009	1510,0	654,6	1492,0	113,1			506,0	1090,0	8990,5	1026,0	1768,0	116,0	561,3
2010	955,0	305,0	906,3	118,0			697,6	1160,0	5106,7	1098,8	1530,0	511,0	1538,8
2011	1315,5	648,0	1652,5	128,9			750,4	1392,0	11963,0	566,0	1656,5	502,0	455,0
2012	807,0	544,0	431,8	62,0			330,6	370,0	1465,0	796,2	1243,0	104,2	489,0
2013	1080,0	455,6	994,0	105,0			470,8	699,1	7472,0	808,6	564,0	181,8	387,3
Média	693,3	423,5	1008,1	100,9	1311,2	3464,4	500,5	725,9	5066,3	764,4	1086,8	253,0	601,4
Desvio	424,4	189,1	562,8	44,6	836,9	1672,3	209,3	375,7	2426,7	350,5	595,5	157,5	311,7
Máxima	2195,0	852,0	2494,0	250,0	3995,2	7998,0	941,0	1871,0	12175,0	1516,0	2917,0	864,8	1538,8

Analisando a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** é possível perceber que a vazão média de cheia para a estação 86510000, localizada no rio Taquari, é de 5.066 m³/s, aproximadamente. Destaca-se também que a estação apresentou a maior vazão no período analisado, chegando a 12.175 m³/s no ano de 2001.

3.3.4. Informações adicionais acerca de cheias históricas

Nas cidades de Estrela e Lajeado, que sofrem com frequentes inundações quando ocorrem altas vazões do rio Taquari, não existem postos fluviométricos com séries de dados longas. Nesta parte da bacia existem alguns registros de eventos extremos em termos de cota do nível da água atingida no Porto de Estrela (dados oriundos da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Estrela – COMPDEC/ Estrela). Estes eventos e o nível máximo atingido no Porto de Estrela são comparados aos valores máximos de vazão no posto fluviométrico Muçum (código 86510000 da ANA) na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, onde se pode observar a relevância dos eventos de maio de 1941 e abril de 1956 e dos mais recentes de outubro de 2001 e julho de 2011.

Além disso, existem outros relatos históricos de cheias que causaram impacto na região, porém não foram registradas de forma sistemática. Ferri & Togni (2012) relatam em seu livro "A história da bacia do Taquari-Antas" a ocorrência de graves enchentes no século XIX, especialmente nos anos de 1858 e 1873. De acordo com as informações desses autores, a cheia de 1873 teria sido a mais severa de todo o período de mais de 150 anos de colonização da região, ao menos no trecho próximo a Lajeado e Estrela. É importante ressaltar que diferentes fontes apresentam diferentes cotas de cheias históricas para o Porto

de Estrela, especialmente para os eventos mais antigos (a exemplo das cheias de 1914 e 1956), sendo necessária uma avaliação mais detalhada destas informações.

Tabela 19 - Cheias históricas na bacia Taquari-Antas.

Data	Cota no Porto de Estrela (m)	Vazão em Muçum (Posto ANA 86510000) (m³/s)
06/05/1941	29,01	6.664
23/09/1954	NR	4.369
06/04/1956	28,02	7.038
22/08/1965	26,32	7.147
13/09/1989	25,2	2.702
25/09/1989	25,9	3.277
02/06/1990	26,64	Sem dado
29/05/1992	25,35	8.190
05/08/1997	25,66	10.004
22/07/2001	26,30	9.139
03/10/2001	26,96	12.175
24/09/2007	26,25	10.216
26/10/2008	26,65	10.120
21/07/2011	26,85	11.963
09/08/2011	24,66	7.932
25/08/2013	Sem dado	7.472

*NR: pico não registrado; Sem dado: posto não dispunha de dados no período

4. REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES MÁXIMAS

A regionalização de vazões máximas é uma forma de estimar vazões máximas em locais sem monitoramento por postos fluviométricos. A regionalização das vazões máximas foi realizada pelo método tradicional, descrito pela ELETROBRÁS (1985) e que consiste no ajuste de equações de regressão entre as diferentes variáveis a serem regionalizadas e as características físicas e climáticas das bacias de drenagem para cada região homogênea. A análise da regressão investiga como as variações em uma ou mais variáveis independentes afetam a variável dependente. Segundo Tucci *et al.* (2012) a equação de regressão que relaciona as variáveis fica da seguinte forma:

$$Y = f(X_0, X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (2)$$

Onde Y é a variável dependente e $X_0, X_1, X_2, \dots, X_n$ são as variáveis independentes ou explicativas. Esta equação pode ser apresentada seguindo modelos de regressão linear, potencial, exponencial e logarítmica.

Neste trabalho, as vazões máximas foram relacionadas com as seguintes variáveis independentes: área de drenagem (A); precipitação média anual (P); declividade do rio (S); densidade de drenagem (DD); e comprimento do rio (L). A função de regressão múltipla utilizada para relacionar a vazão máxima com as variáveis independentes é do tipo não linear. Esta função é apresentada na Equação 3, de acordo com descrito por Tucci (1991).

$$Q_{mc} = aA^bP^cS^dDD^eL^f \quad (3)$$

Onde a, b, c, d, e, f são coeficientes de regressão ajustados de acordo com os dados da região estudada, Q_{mc} é a vazão média de cheia, A é a área de drenagem, P é a precipitação média anual, S é a declividade do rio, DD é a densidade de drenagem e L é o comprimento do rio.

A Equação 3 foi linearizada utilizando anamorfose logarítmica, resultando na seguinte função:

$$\ln Q_{mc} = \ln a + b \ln A + c \ln P + d \ln S + e \ln DD + f \ln L \quad (4)$$

Os parâmetros da Equação 4 foram obtidos através do ajuste por mínimos quadrados. Os métodos estatísticos utilizados para avaliar a qualidade do ajuste do modelo aos dados observados foram o Erro Absoluto Médio, o coeficiente de determinação não tendencioso (R^2), o coeficiente de *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE) e o Percentual de Tendência (PBIAS), conforme indicado por Moriasi *et al.* (2007). Nas Equações 5 a 9 são apresentadas as formulações para se calcular o R^2 , o NSE e o PBIAS.

$$R^2 = 1 - \frac{S^2}{S_y^2} \quad (5)$$

$$S^2 = \frac{\sum(Q_{obs} - Q_{cal})^2}{n - p - 1} \quad (6)$$

$$S_y^2 = \frac{\sum(Q_{obs} - Q_{med})^2}{n - 1} \quad (7)$$

$$NSE = 1 - \left[\frac{\sum_{t=1}^n (Q_{obs} - Q_{cal})^2}{\sum_{t=1}^n (Q_{obs} - Q_{med})^2} \right] \quad (8)$$

$$PBIAS = \left[\frac{\sum_{t=1}^n (Q_{obs} - Q_{cal}) * 100}{\sum_{t=1}^n (Q_{obs})} \right] \quad (9)$$

Onde: Q_{obs} é a vazão observada; Q_{sim} é a vazão simulada; e Q_{med} é a média das vazões observadas; n é o número de amostras; e p é o número de variáveis independentes.

De acordo com Moriasi *et al.* (2007), o NSE pode variar entre menos infinito e 1,0, sendo NSE igual a 1,0 o valor ótimo. Valores entre 0,0 e 1,0 geralmente são vistos como níveis de desempenho aceitáveis e valores menores ou iguais a 0,0 indicam que a média dos dados observados pode fornecer uma melhor previsão do que os valores simulados pelo modelo. Quanto ao PBIAS, seu valor ótimo é de 0,0, baixas magnitudes indicam boa precisão na simulação do modelo. Valores positivos indicam tendência percentual do modelo de subestimação e valores negativos indicam tendência percentual de superestimação (GUPTA *et al.*, 1999).

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** são apresentados os valores obtidos para as características físicas e hidrológicas da bacia, considerando cada estação fluviométrica analisada.

Tabela 20 - Características físicas e hidrológicas da bacia Taquari-Antas em cada estação analisada.

Estação	Qmc (m ³ /s)	A (km ²)	S (m/km)	DD (km/km ²)	L (km)	P (mm/ano)
86100000	693,3	1820	14,804	0,248	411,31	1570,71
86160000	423,5	1120	8,458	0,234	253,38	1539,68
86410000	1008,1	2820	7,722	0,264	726,64	1660,37
86420000	100,9	317	7,087	0,221	11,29	1697,52
86440000	1311,2	3600	8,870	0,260	919,77	1595,22
86460000	3464,4	12100	14,017	0,255	2995,72	1781,54
86480000	500,5	1330	9,537	0,258	272,41	1812,18
86500000	725,9	1820	10,260	0,268	428,87	1758,19
86510000	5066,3	16000	14,458	0,258	3973,91	1682,84
86560000	764,4	2030	11,869	0,269	526,65	1721,72
86580000	1086,8	2470	13,162	0,264	637,84	1721,65
86700000	253	436	16,205	0,065	104,85	1578,71
86745000	601,4	791	17,466	0,271	212,29	1661,24

Para verificar quais variáveis explicativas possuem maior influência nas vazões máximas foi feita a correlação entre as variáveis consideradas. Os resultados obtidos são apresentados na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Tabela 21 - Correlações entre as variáveis utilizadas.

	Qmc	A	S	DD	L	P
Qmc	1	0,99534	0,283092	0,24575	0,99642	0,23111
A		1	0,25253	0,22340	0,99965	0,24819

Primeiramente é estimada a vazão média de cheia, em função da área de drenagem. Em seguida, obtém-se o valor procurado de uma vazão máxima, com determinado período de retorno, multiplicando-se a vazão média de cheia pelo valor da curva adimensional, com o período de retorno requerido.

Assim, de posse da equação de regionalização obtida na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, obtém-se as vazões médias de cheia para cada ponto de interesse, e a partir de fatores multiplicativos, encontram-se as vazões para diferentes tempos de retorno. Estes fatores foram calculados por Tucci et al. (1991) para a região do Taquari-Antas, e estão apresentados na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Os pontos escolhidos para análise foram a UHE 14 de Julho, Encantado e Lajeado, na calha principal do Rio Taquari-Antas, e outros três pontos na foz do Rio Carreiro, foz do Rio Guaporé e foz do Rio Forqueta. As vazões máximas calculadas para estas localidades para os tempos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 e 200 anos estão apresentadas na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Tabela 23 - Fatores multiplicativos da vazão média de cheia.

Tempo de Retorno	2 anos	5 anos	10 anos	25 anos	50 anos	100 anos	200 anos
Fator multiplicativo Qmc	0,86	1,38	1,64	1,9	2,28	2,51	2,78

Fonte: Tucci et al. (1991).

Tabela 24 - Vazões máximas para diferentes tempos de retorno para seis pontos da Bacia Taquari-Antas.

Localidade	2 anos	5 anos	10 anos	25 anos	50 anos	100 anos	200 anos
UHE 14 de Julho	3478	5581	6632	7683	9220	10150	11242
Encantado	4954	7950	9448	10946	13135	14460	16015
Lajeado	5739	9209	10944	12679	15215	16750	18551
Foz do Rio Forqueta	930	1492	1773	2054	2465	2714	3006
Foz do Rio Guaporé	827	1327	1577	1827	2193	2414	2674
Foz do Rio Carreiro	849	1362	1619	1876	2251	2478	2745

5. ZONEAMENTO DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS A EVENTOS DE INUNDAÇÕES BRUSCAS NA BACIA HIDROGRÁFICA TAQUARI-ANTAS

As inundações bruscas são caracterizadas como sendo eventos rápidos com pouco tempo para reação, devendo ter uma abordagem distinta das medidas de controle das inundações graduais que afetam o leito principal de bacias com áreas de drenagem médias e grandes, como é o caso da Bacia do Rio Taquari-Antas.

Com o intuito de estabelecer um critério para considerar uma bacia suscetível a inundações bruscas, foi desenvolvido, no âmbito do trabalho de conclusão de curso de graduação em Engenharia Ambiental da UFRGS da aluna Marcela Nectoux, um estudo capaz de estabelecer um zoneamento da bacia do rio Taquari-Antas para esta suscetibilidade, sendo ainda, a sua representatividade avaliada com base nos registros destes eventos disponíveis na Defesa Civil.

O trabalho na íntegra é apresentado no ANEXO XXX, também estará disponível em breve no repositório da UFRGS (<http://www.lume.ufrgs.br/>), sendo, ainda, apresentada uma versão resumida deste trabalho no XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos a ser realizado do dia 22 ao 27 de novembro de 2015 em Brasília/DF.

REFERÊNCIAS

BOMBASSARO, M.; ROBAINA, L. E. S. 2010. CONTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA PARA O ESTUDO DAS INUNDAÇÕES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAQUARI-ANTAS, RS. GEOGRAFIAS, v.6, n.2, p. 69-86.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. 2006. MAPA DE ISOIETAS DE PRECIPITAÇÕES MÉDIAS ANUAIS DO BRASIL. DISPONÍVEL EM:
<[HTTP://WWW.CPRM.GOV.BR/PUBLIQUE/CGI/CGILUA.EXE/SYS/START.HTM?INFOID=1351&SID=9](http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1351&sid=9)> ACESSO EM: 09 DE JUNHO DE 2014.

FERRI, G; TOGNI, A.C. 2012. A HISTÓRIA DA BACIA HIDROGRÁFICA TAQUARI-ANTAS. 1ª ED. LAJEADO: EDITORA UNIVATES.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (1992). NORMAIS CLIMATOLÓGICAS. 155 P.
INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. NORMAIS CLIMATOLÓGICAS DO BRASIL.
DISPONÍVEL EM:
<[HTTP://WWW.INMET.GOV.BR/WEBCDP/CLIMATOLOGIA/NORMAIS/IMAGENS/NORMAIS/TEXTOS/APRESENTA
CAO.PDF](http://www.inmet.gov.br/webcdp/climatologia/normais/imagens/normais/textos/apresentacao.pdf)>. ACESSO EM 02/08/2014.

LARENTIS, D. G., COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M. 2008. SIMULAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA EM GRANDES BACIAS: RIO TAQUARI-ANTAS, RS. REVISTA BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, v. 13 N.3, p. 05-22.

MORENO, J. A. 1961. CLIMA DO RIO GRANDE DO SUL. PORTO ALEGRE, SECRETARIA DA AGRICULTURA, 42P.

MONTOR-MONTREAL. 1972. PLANO DIRETOR - PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DA REGIÃO TAQUARI-ANTAS. PORTO ALEGRE: SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL E OBRAS PÚBLICAS.

TUCCI, C. E. M. (ORG). HIDROLOGIA: CIÊNCIA E APLICAÇÃO. 4ª ED. PORTO ALEGRE: UFRGS/ABRH.

TUCCI, C.E.M., GOLDENFUM, J.A., BERTONI, J.A., LOVATEL, R., TROVISCAL, A.P., LVES, C.A., KREBS, C.M., SOUZA, P.C.S., FROES, F. REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES DO RIO GRANDE DO SUL. PORTO ALEGRE: IPH/UFRGS.

STE. PLANO DE BACIA DO RIO TAQUARI-ANTAS. PORTO ALEGRE, 2011.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. HIDROLOGIA APLICADA. SÃO PAULO: MCGRAW-HILL DO BRASIL, 1975. P. 245