




SISTEMA DE ALERTA HIDROLÓGICO



**RELATÓRIO DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE
ALERTA HIDROLÓGICO DA BACIA DO RIO
TAQUARI
2022**

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Adolfo Sachsida

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Lilia Mascarenhas Sant'agostino

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Cassiano de Souza Alves (Interino)

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Marcio José Remédio

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Paulo Afonso Romano

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Chefe do Departamento de Hidrologia

Frederico Cláudio Peixinho

Chefe da Divisão de Hidrologia Aplicada

Adriana Dantas Medeiros

EQUIPE EXECUTORA

Emanuel Duarte Silva

Camila Dalla Porta Mattiuzi

Franco Turco Buffon

Marcia Conceição R. Pedrollo

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL – DHT
Departamento de Hidrologia
Divisão de Hidrogeologia e Exploração

Programa de Gestão de Riscos e Desastres

AÇÃO LEVANTAMENTOS, ESTUDOS, PREVISÃO E ALERTA DE EVENTOS HIDROLÓGICOS CRÍTICOS

RELATÓRIO DE OPERAÇÃO
DO SISTEMA DE ALERTA
HIDROLÓGICO DA BACIA DO
RIO TAQUARI 2022

AUTORES

Emanuel Duarte Silva
Artur José Soares Matos

Porto Alegre
Dezembro, 2022



REALIZAÇÃO

Divisão de Hidrologia Aplicada

AUTORES

Emanuel Duarte Silva

Artur José Soares Matos

EQUIPE EXECUTORA

Emanuel Duarte Silva

Camila Dalla Porta Mattiuzi

Franco Turco Buffon

Marcia Conceição R. Pedrollo

NORMALIZAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

Ana Lúcia Borges Fortes Coelho

FOTOS DA CAPA: Rio Taquari no Porto de Estrela/RS. Estudo para locação de réguas limimétricas GEHITE/PA – CPRM (junho/2021).

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

S586 Silva, Emanuel Duarte
Relatório de operação do Sistema de Alerta Hidrológico da bacia do Rio Taquari 2022/ Emanuel Duarte Silva, Artur José Soares Matos. – Porto Alegre : Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2022.
1 recurso eletrônico : PDF

Programa de Gestão de Riscos e de Desastres
Levantamentos, Estudos, Previsão e Alerta de Eventos Hidrológicos Críticos
ISBN 978-65-5664-347-2

1. Desastres naturais. 2. Chuvas intensas. 3. Inundações. I. Matos, Artur José Soares. IV. Título.

CDD 551.48

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Ana Lúcia Borges Fortes Coelho CRB 10/840

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – CPRM

Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte

Serviço Geológico do Brasil - CPRM

www.cprm.gov.br

seus@cprm.gov.br

RESUMO

A Bacia Hidrográfica do Rio Taquari está localizada na região central do estado do Rio Grande do Sul, abrange uma região de serra em elevadas altitudes com grandes vales, além disso possui grandes extensões de planícies aluviais na região desde seu trecho médio até sua foz no rio Jacuí, se estendendo por uma área aproximada de 26,5 mil km². O Sistema de Alerta do Rio Taquari (SAH-Taquari) entrou em operação em 2015, através deste sistema é realizado o monitorando dos níveis do rio Taquari e afluentes, além de previsões hidrológicas de cheias, as quais subsidiam a tomada de decisão e ações dos municípios e defesas civis em situações de risco hidrológico. Ao longo do ano de 2022 o SAH-Taquari foi responsável pela emissão de 24 boletins extraordinários, contendo previsões de níveis para as cidades de Muçum, Encantado, Estrela e Lajeado, durante o monitoramento de quatro eventos hidrológicos onde os níveis de alerta foram superados. Além das atividades de monitoramento e alerta, foram realizadas reuniões de alinhamento com as defesas civis locais e da microrregional do Vale do Taquari. No âmbito das atividades de campo foi realizada campanha para atualização dos níveis de referência para inundação, além da instalação de um novo posto de monitoramento no município de Santa Tereza.

ABSTRACT

The Taquari River Basin is located in the central region of the state of Rio Grande do Sul, covers a mountainous region at high altitudes with large valleys, in addition to having large extensions of alluvial plains in the region from its middle section to its mouth in the river. Jacuí, extending over an area of approximately 26,500 km². The Rio Taquari Alert System (SAH-Taquari) came into operation in 2015, through this system the levels of the Taquari River and its tributaries are monitored, in addition to hydrological flood forecasts, which support decision-making and actions by the municipalities and civil defenses in situations of hydrological risk. Throughout 2022, SAH-Taquari was responsible for issuing 24 extraordinary bulletins, containing level forecasts for the cities of Muçum, Encantado, Estrela and Lajeado, during the monitoring of four hydrological events where alert levels were exceeded. In addition to the monitoring and alert activities, alignment meetings were held with the local and micro-regional civil defenses of Vale do Taquari. As part of field activities, a campaign was carried out to update the reference levels for flooding, in addition to the installation of a new monitoring post in the municipality of Santa Tereza.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Níveis mínimos, médios e medianos diários na estação Muçum. Elaborado por CPRM (2021).....	15
Gráfico 2: Níveis mínimos, médios e medianos diários na estação Porto Mariante. Elaborado por CPRM (2021).	16
Gráfico 3: Monitoramento Fluviométrico em Muçum no ano de 2022. Elaborado pelo Autor (2022).	24
Gráfico 4: Monitoramento Fluviométrico em Estrela no ano de 2022. Elaborado pelo Autor (2022).	25
Gráfico 5: Monitoramento Fluviométrico em Encantado no ano de 2022. Elaborado pelo Autor (2022).	25
Gráfico 6: Cotagrama estações fluviométricas localizadas no rio Taquari durante o evento 1.....	26
Gráfico 7: Cotagrama estação Muçum e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.....	28
Gráfico 8: Cotagrama estação Encantado e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.....	29
Gráfico 9: Cotagrama estação Estrela e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.....	30
Gráfico 10: Cotagrama estações fluviométricas localizadas no rio Taquari durante o evento 1.....	31
Gráfico 11: Cotagrama estação Muçum e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.....	33
Gráfico 12: Cotagrama estação Encantado e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.....	34
Gráfico 13: Cotagrama estação Estrela e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.....	35
Gráfico 14: Cotagrama estações fluviométricas localizadas no rio Taquari durante o evento 3.....	36
Gráfico 15: Cotagrama estação Muçum e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.....	38
Gráfico 16: Cotagrama estação Encantado e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.....	39
Gráfico 17: Cotagrama estação Estrela e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.....	40

Gráfico 18: Cotagrama estações fluviométricas localizadas no rio Taquari durante o evento 4	41
Gráfico 19: Cotagrama estação Muçum e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.	43
Gráfico 20: Cotagrama estação Encantado e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.	44
Gráfico 21: Cotagrama estação Estrela e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.	45
Gráfico 22: Cotagrama das estações 8651000 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 1 de 2022.....	46
Gráfico 23: Cotagrama das estações 8672000 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 1 de 2022.....	47
Gráfico 24: Cotagrama das estações 86879300 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 1 de 2022.....	47
Gráfico 25: Cotagrama das estações 86720000 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 2 de 2022.....	48
Gráfico 26: Cotagrama das estações 86510000 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 2 de 2022.....	48
Gráfico 27: Cotagrama das estações 86510000 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 3 de 2022.....	49
Gráfico 28: Cotagrama das estações 86879300 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 2 de 2022.....	49
Gráfico 29: Cotagrama das estações 86720000 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 3 de 2022.....	50
Gráfico 30: Cotagrama das estações 86879300 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 3 de 2022.....	50
Gráfico 31: Cotagrama das estações 86720000 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 4 de 2022.....	51
Gráfico 32: Cotagrama das estações 86510000 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 4 de 2022.....	51
Gráfico 33: Cotagrama das estações 86879300 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 4 de 2022.....	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do rio Taquari. Fonte: SEMA-RS.	13
Figura 2: Altimetria na bacia hidrográfica do rio Taquari. Elaborado por Buffon <i>et al.</i> (2021).....	10
Figura 3: Solos na bacia hidrográfica do rio Taquari. Elaborado por Buffon <i>et al.</i> (2021) com dados de IBGE (2010).	11
Figura 4: Usos do solo na bacia hidrográfica do rio Taquari. Elaborado por Buffon <i>et al.</i> (2021).....	12
Figura 5: População dos municípios na bacia hidrográfica do rio Taquari. Elaborado por Buffon <i>et al.</i> (2021) com dados de IBGE (2010)	13
Figura 6: Divisão política dos municípios na bacia hidrográfica do rio Taquari. Elaborado por Buffon <i>et al.</i> (2021) com dados de IBGE (2010).	13
Figura 7: Isoietas médias anuais e precipitação média anual. Elaborado por Buffon <i>et al.</i> (2021) com dados de Pinto <i>et al.</i> (2011)	14
Figura 8: Estações hidrometeorológicas em operação na bacia do rio Taquari. Elaborado por Buffon <i>et al.</i> (2021).....	17
Figura 9: Estações do SAH Taquari. Elaborado por Buffon <i>et al.</i> (2021).....	18
Figura 10: Precipitação acumulada em março de 2022 e razão da precipitação.	20
Figura 11: Precipitação acumulada em janeiro de 2022 e razão da precipitação.	20
Figura 12: Precipitação acumulada em fevereiro de 2022 e razão da precipitação.	20
Figura 13: Precipitação acumulada em abril de 2022 e razão da precipitação. ..	21
Figura 14: Precipitação acumulada em maio de 2022 e razão da precipitação. .	21
Figura 15: Precipitação acumulada em junho de 2022 e razão da precipitação. .	21
Figura 16: Precipitação acumulada em agosto de 2022 e razão da precipitação.	22
Figura 17: Precipitação acumulada em julho de 2022 e razão da precipitação. .	22
Figura 18: Precipitação acumulada em setembro de 2022 e razão da precipitação.	22
Figura 19: Precipitação acumulada em novembro de 2022 e razão da precipitação.	23
Figura 20: Precipitação acumulada em outubro de 2022 e razão da precipitação	23
Figura 21: Divulgação sistemas de alerta CPRM no fórum Understanding Risk 2022.	53

Figura 22: Levantamento de zero da régua estação Bom Retiro, Dezembro 2022.	54
Figura 23: Instalação estação Santa Tereza.	55
Figura 24: Instalação seção de régua auxiliar Encantado.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Municípios atendidos e população.....	14
Tabela 2: Estações Integrantes do Sistema de Alerta Hidrológico da bacia do rio Taquari.....	18
Tabela 3:Produção SAH-Taquari 2012-2022.	19
Tabela 4: Níveis máximos observados durante o evento 1 de 2022.	27
Tabela 5: Dados de precipitação observados durante o evento 1 de 2022.	27
Tabela 6: Níveis máximos observados durante o evento 2 de 2022.	31
Tabela 7: Dados de precipitação observados durante o evento 2 de 2022.	32
Tabela 8: Níveis máximos observados durante o evento 3 de 2022.	36
Tabela 9: Dados de precipitação observados durante o evento 3 de 2022.	37
Tabela 10: Níveis máximos observados durante o evento 4 de 2022.	41
Tabela 11: Dados de precipitação observados durante o evento 4 de 2022.	42

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAQUARI	10
2.1	CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS.....	10
2.2	SOLOS, USO E OCUPAÇÃO	11
2.3	DEMOGRAFIA.....	12
2.4	HIDROLOGIA	14
2.5	MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO	16
3	OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ALERTA DO RIO TAQUARI	17
3.1	ÁREA DE ABRANGÊNCIA	17
3.2	BOLETINS EMITIDOS	19
3.3	MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	19
3.4	MONITORAMENTO FLUVIOMÉTRICO.....	24
4	DETALHAMENTO DOS EVENTOS HIDROLOGICOS OBSERVADOS EM 2022	26
4.1	EVENTO 1	26
4.2	EVENTO 2	31
4.3	EVENTO 3	36
4.4	EVENTO 4	41
5	OPERAÇÃO REALIZADA DURANTE OS EVENTOS.....	46
6	ATIVIDADES 2022.....	53
6.1	PARTICIPAÇÃO EM REUNIÕES E ENTREVISTAS	53
6.2	LEVANTAMENTO E ATUALIZAÇÃO DE COTAS DE INUNDAÇÃO.....	53
6.3	INSTALAÇÃO DE NOVAS ESTAÇÕES	54
7	CONCLUSÕES	56
	REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

A bacia do rio Taquari está localizada na região Nordeste do estado do Rio Grande do Sul e possui uma área aproximada de 26,5 mil km² (Figura 1). Na extensão do rio Taquari e seus afluentes são recorrentes os episódios de precipitações que deflagram elevações, significativas, em seus níveis: as ocorrências de eventos de cheias na Bacia do Rio Taquari estão associadas tanto a precipitações de longa duração quanto às precipitações intensas e de menor duração. Para monitorar as diferentes condições hidrológicas ao longo da Bacia do Rio Uruguai entrou em operação, em 2015, o Sistema de Alerta Hidrológico (SAH) Taquari, o qual é operado e mantido pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) em parceria com a Agência Nacional de Águas (ANA). O SAH-Taquari conta com 13 estações de monitoramento hidrometeorológico e realiza previsões de níveis para quatro municípios.

Neste relatório são apresentados os resultados da operação do SAH-Taquari no ano de 2022.



Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do rio Taquari. Fonte: SEMA-RS (2020) (<https://sema.rs.gov.br/g040-bh-taquari-antas>).

2 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAQUARI

2.1 CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS

O rio Taquari é uma sub-bacia do rio Jacuí, possui forma irregular, situando-se entre as latitudes 28°00' e 29°55' e longitudes de 49°55' e 52°00' WGR (Figura 2). Seus limites são a bacia do rio Pelotas, ao norte; a bacia do Jacuí, ao oeste e ao sul; e as bacias dos rios Caí e Sinos e pequenas bacias costeiras, ao leste. Drena uma área de aproximadamente 26.428 km², o que corresponde a cerca de 9% do território gaúcho.

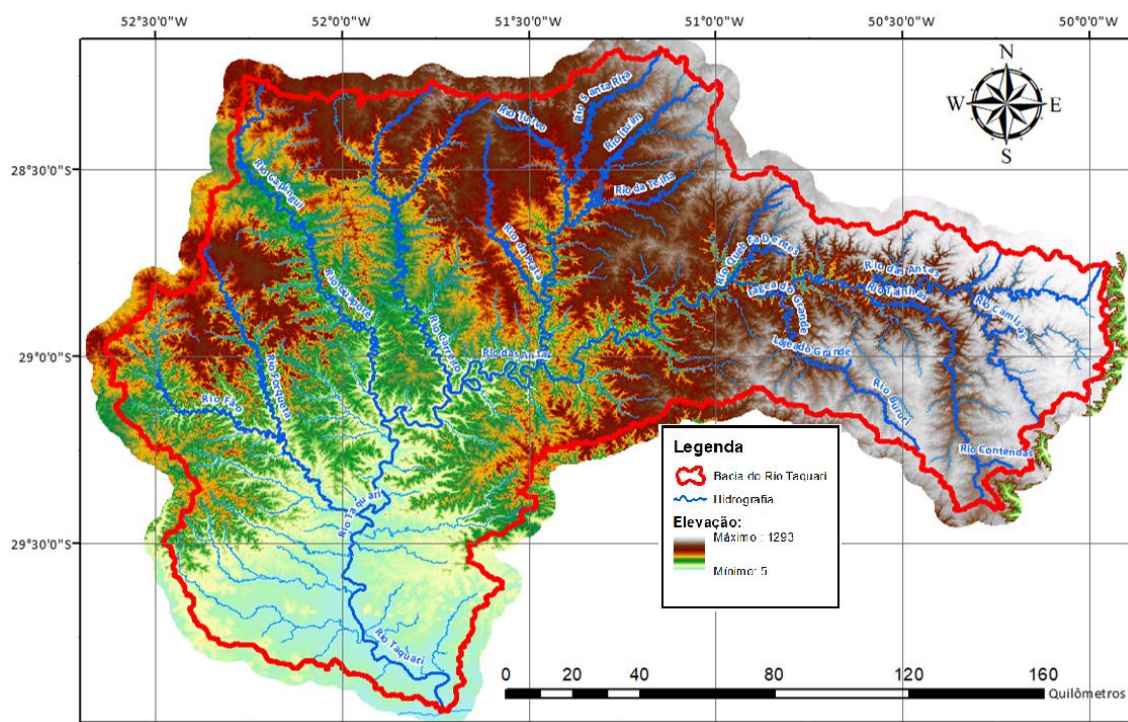


Figura 2: Altimetria na bacia hidrográfica do rio Taquari. Elaborado por Buffon *et al.* (2021).

O rio Taquari nasce na Serra Geral, próximo a região dos Aparados da Serra, no município de São José dos Ausentes, em altitudes superiores a 1.100m, sendo denominado “rio das Antas” até a foz do rio Carreiro. Desenvolve-se para oeste até a cidade de Muçum, onde muda para direção norte-sul, até desembocar no rio Jacuí, junto a cidade de Triunfo, após um percurso aproximado de 520km. Seus principais afluentes são os rios da Prata, Carreiro, Guaporé e Forqueta.

Até a cidade de Muçum, o rio vence regiões muito acidentadas, onde as seções transversais demonstram um forte encaixamento do seu curso, com vales altos de margens abruptas. Esse comportamento só se altera a jusante da cidade de Muçum, quando as declividades são mais amenas e as margens são baixas.

2.2 SOLOS, USO E OCUPAÇÃO

Próximo às nascentes do rio Antas, localiza-se uma superfície aplainada, onde grande parte dos solos origina-se de rochas efusivas, ácidas onde predominam os solos de textura argilosa ou muito argilosa. Em altitudes um pouco menores, ocorrem os solos derivados de rochas efusivas básicas de textura muito argilosa, principalmente nas imediações de Vacaria e Lagoa Vermelha. Onde o relevo característico é forte ondulado e montanhoso, e os solos que predominam são um complexo de solos, quase todos com fase pedregosa. Apesar de forte inclinação representada pelo relevo, são áreas intensamente utilizadas nas pequenas propriedades que dominam a cenário fundiário local, dado o ótimo nível de fertilidade natural. Já nas baixas altitudes, com influência de outros materiais de origem, os solos aumentam sua diversidade. Destacam-se os com texturas variando entre arenosa e média, originados de arenitos. Outros solos, com deficiência de drenagem, aparecem nas proximidades da foz do Taquari. A Figura 3 a seguir apresenta o mapa de solos da bacia (IBGE, 2010).

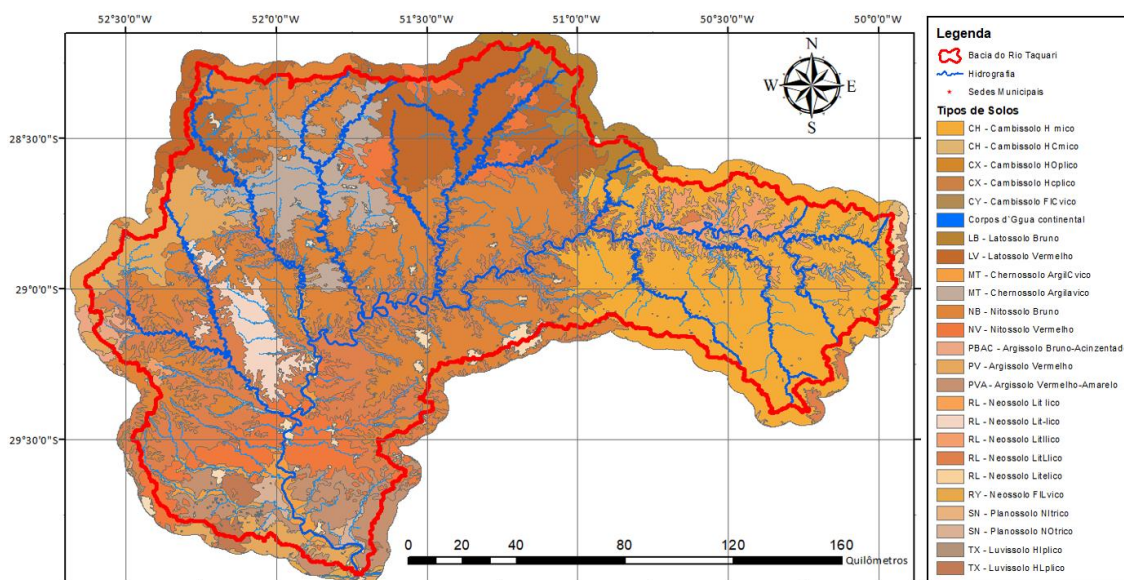


Figura 3: Solos na bacia hidrográfica do rio Taquari. Elaborado por Buffon *et al.* (2021) com dados de IBGE (2010).

Em relação ao uso e ocupação do solo (Figura 4), na região das nascentes do rio Taquari-Antas, nos campos de cima da serra (estepes) predomina a criação extensiva de gado. Esta paisagem muda na altura da cidade de Antônio Prado, onde passa a predominar a pequena propriedade rural com uso intensivo do solo, principalmente com pecuária. Quanto ao uso agrícola, destacam-se em área cultivada as sub-bacias dos rios Carreiro, Forqueta e das Antas, onde predominam as culturas de milho e soja. Além destas culturas, o arroz é cultivado nas partes mais planas, ao sul da bacia.

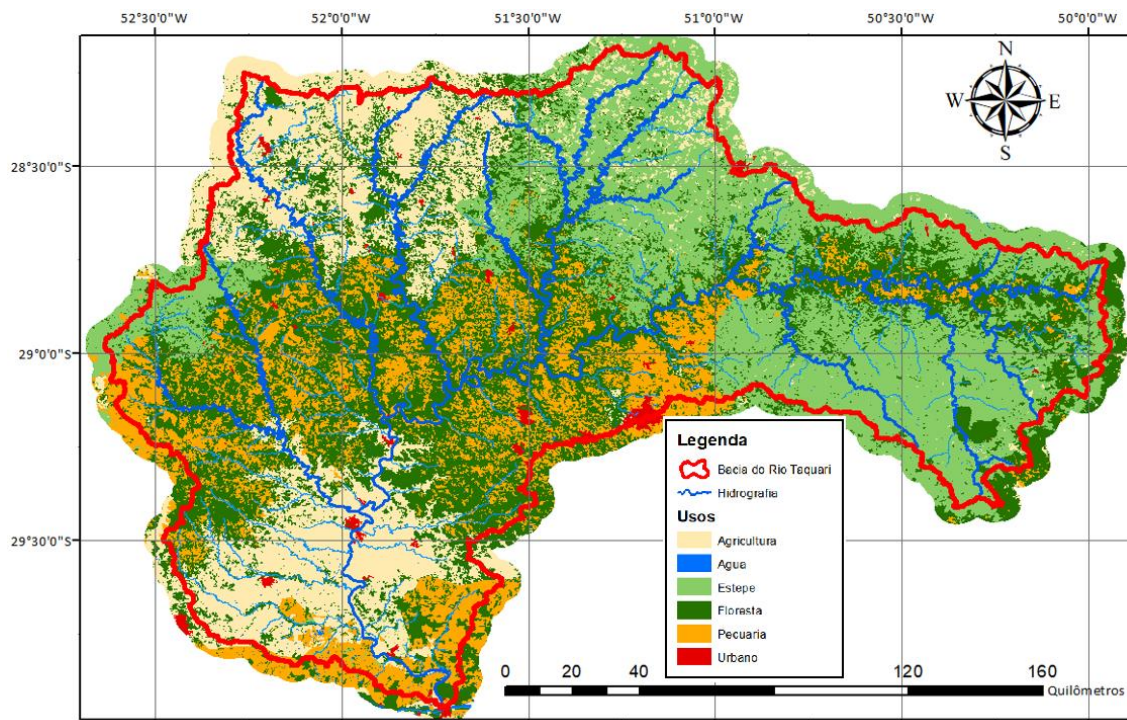


Figura 4: Usos do solo na bacia hidrográfica do rio Taquari. Elaborado por Buffon *et al.* (2021).

A vegetação da floresta é principalmente Ombrófila Mista com árvores do tipo latifoliada, cujo elemento principal é a Araucária, desenvolvendo-se junto a pequenos arbustos e capões. Sua continuidade é interrompida pela ocorrência de estepes, campos limpos com domínio das espécies rasteiras, cujas modalidades e locais de ocorrência recebem denominações diferentes.

2.3 DEMOGRAFIA

A bacia do rio Taquari está localizada em uma das regiões mais desenvolvidas do Estado. Os municípios integrantes (Figura 5) desta bacia concentram 20% do PIB estadual, caracterizando-se por possuírem a base econômica voltada para um setor industrial. Na indústria destacam-se os setores de vestuário e artefatos de tecidos, metalúrgica, madeira, produtos alimentares, mobiliário, calçados e minerais não metálicos. Destaca-se também o setor hidrelétrico, com três UHEs e mais de dez PCH, aproveitando o potencial energético das quedas devido às declividades da bacia.

Representando cerca de 16% da população estadual (Figura 6) os municípios integrantes da bacia do Taquari-Antas caracterizam-se por um elevado grau de urbanização, por uma densidade demográfica de 40 hab/km² e por uma taxa de crescimento populacional próxima à média do Estado.

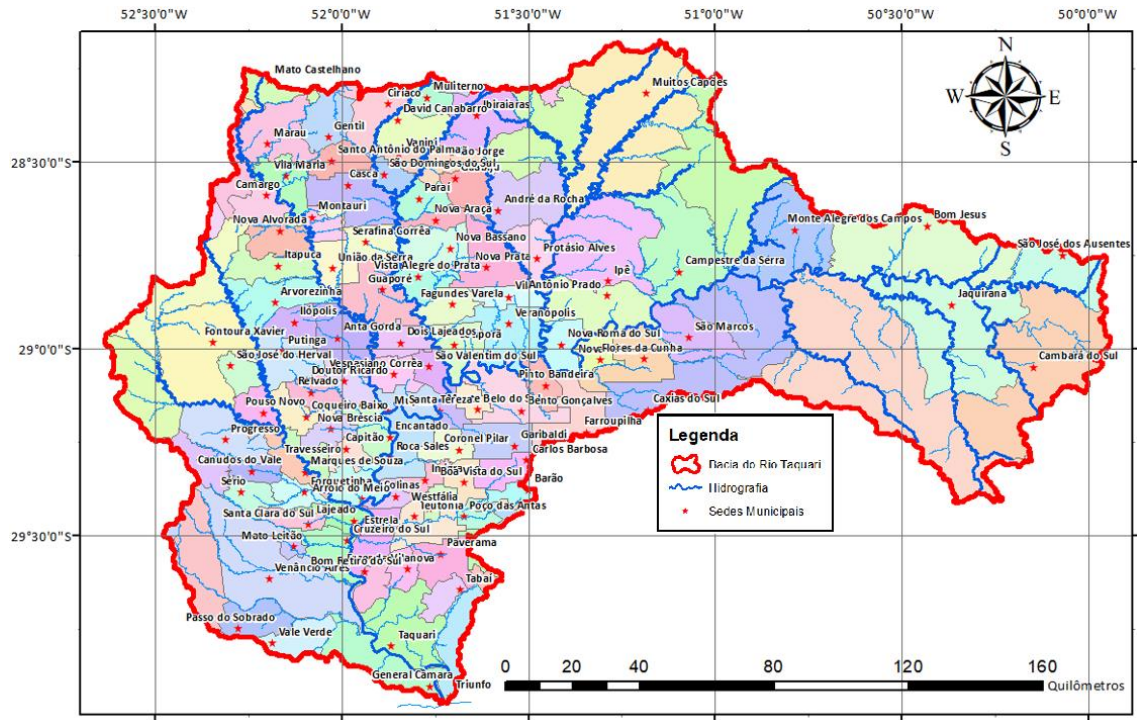


Figura 6: Divisão política dos municípios na bacia hidrográfica do rio Taquari. Elaborado por Buffon *et al.* (2021) com dados de IBGE (2010).

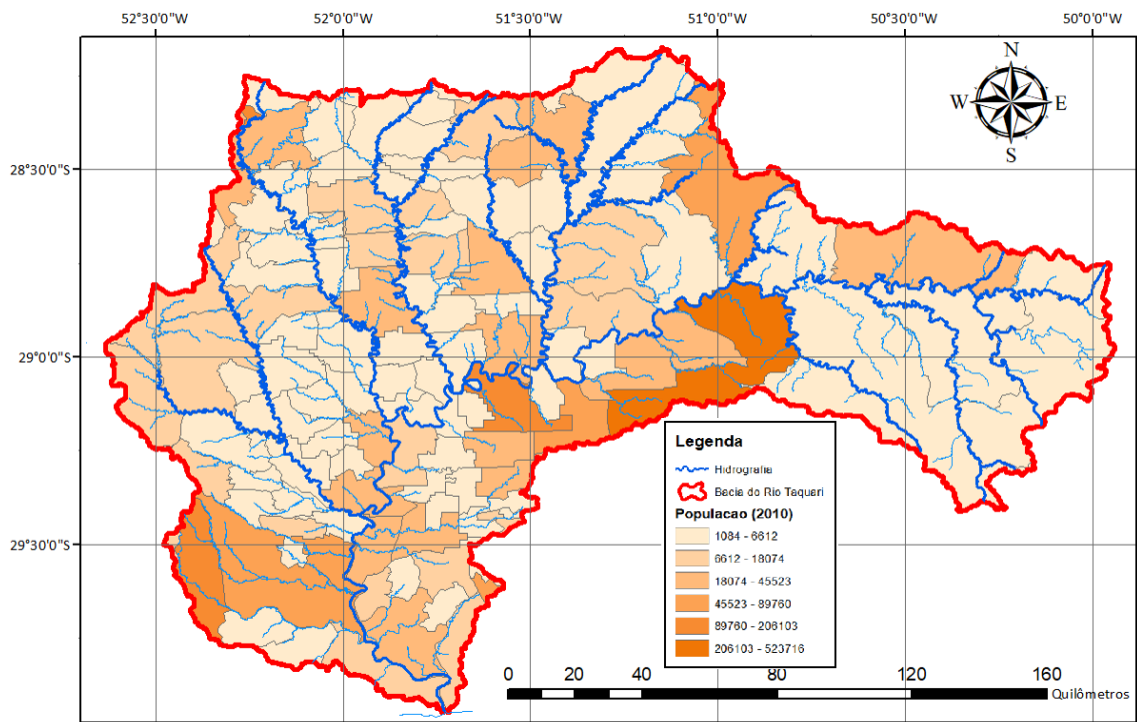


Figura 5: População dos municípios na bacia hidrográfica do rio Taquari. Elaborado por Buffon *et al.* L (2021) com dados de IBGE (2010)

Os municípios nos quais há estações que recebem previsões de níveis nos boletins de monitoramento do SAH Taquari estão apresentados na Tabela 1, juntamente com suas respectivas populações, conforme dados do censo IBGE (2010). Ao todo, a população dos municípios atendidos chega a aproximadamente 127 mil habitantes.

Tabela 1: Municípios atendidos e população

Município	População
Muçum	4.791
Encantado	20.514
Estrela	30.626
Lajeado	71.481

Elaborado por Buffon *et al.* (2021) com dados de (IBGE, 2010)

2.4 HIDROLOGIA

As isoietas médias anuais e precipitação média anual para o período de 1977 a 2006, obtidas a partir do Atlas Pluviométrico do Brasil (Pinto *et al.*, 2011) estão apresentadas na Figura 7.

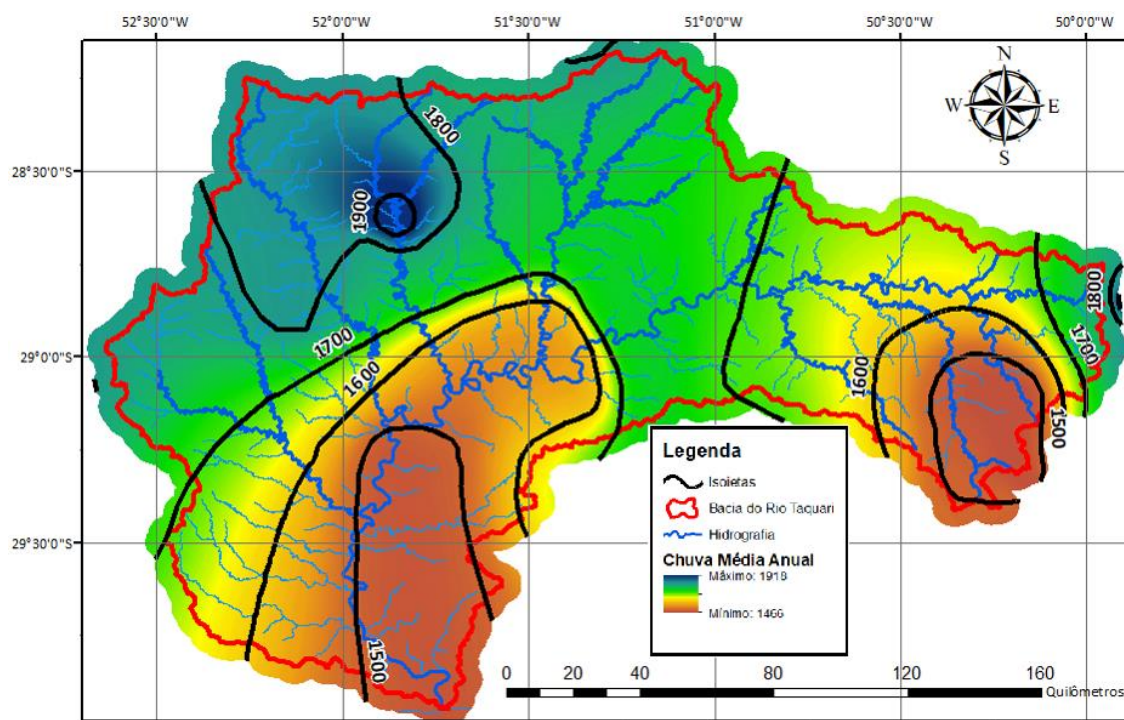


Figura 7: Isoietas médias anuais e precipitação média anual. Elaborado por Buffon *et al.* (2021) com dados de Pinto *et al.* (2011)

A precipitação tem uma distribuição uniforme durante o ano, não havendo um período de seca definido. As precipitações médias anuais variam de 1.900 mm nas cabeceiras dos afluentes (rio Guaporé) da margem direita do rio Taquari, até 1.400 mm

na região de baixa altitude próximo à foz e na região de maior altitude próximo as escarpas litorâneas.

A deflagração de eventos extremos na bacia do rio Taquari ocorre tanto com precipitações de longa duração provocadas pelas frentes frias, quanto com precipitações intensas e de menor duração nos períodos mais quentes.

Nas regiões de maior declividade, a bacia se caracteriza por escoamentos superficiais rápidos e bruscas variações de descargas, rede de drenagem densa com tendência radial, pouca cobertura vegetal, pouca profundidade e baixa permeabilidade dos solos. Na estação de Muçum é possível observar esse comportamento hidrológico, no gráfico 1 estão apresentados os níveis mínimos e máximos diários ao longo do ano, bem como está destacado (em azul) o ano de 2001 em que ocorreu a maior nível observado nesta estação

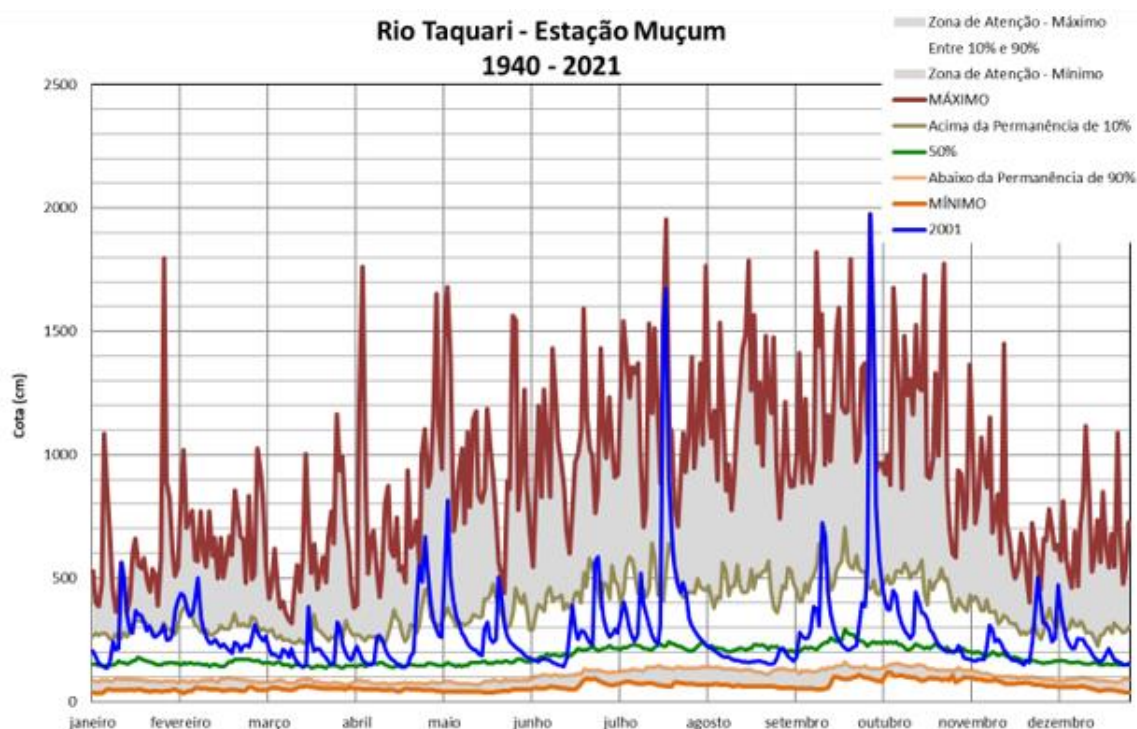


Gráfico 1: Níveis mínimos, médios e medianos diários na estação Muçum. Elaborado por Buffon *et al.* (2021)

Nas regiões de menor declividade os escoamentos superficiais perdem energia, são mais lentos e com variações mais graduais, com ocorrência de planícies de inundação e influências de remanso provocados pela barragem de navegação em Bom Retiro do Sul e pelo rio Jacuí na foz. Como exemplo deste comportamento, no gráfico 2, estão apresentados os níveis da estação Porto Mariante, destacando (em azul) o ano de 1941 em que ocorreu a maior nível observado nesta estação.

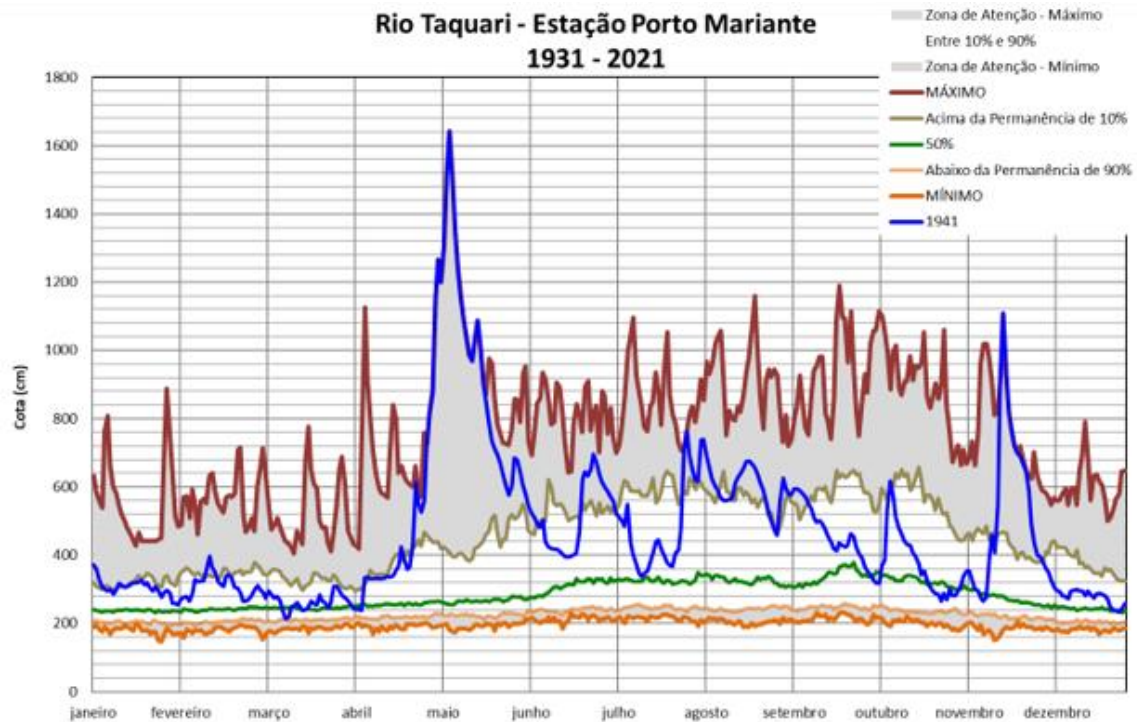


Gráfico 2: Níveis mínimos, médios e medianos diários na estação Porto Mariante. Elaborado por Buffon *et al.* (2021).

2.5 MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO

Conforme dados do inventário das estações hidrometeorológicas nacionais (ANA, 2021) existem 54 estações pluviométricas convencionais e 45 estações fluviométricas convencionais em operação na área de extensão da Bacia do Rio Taquari; além de 171 estações telemétricas a distribuição das estações está apresentada na Figura 08.

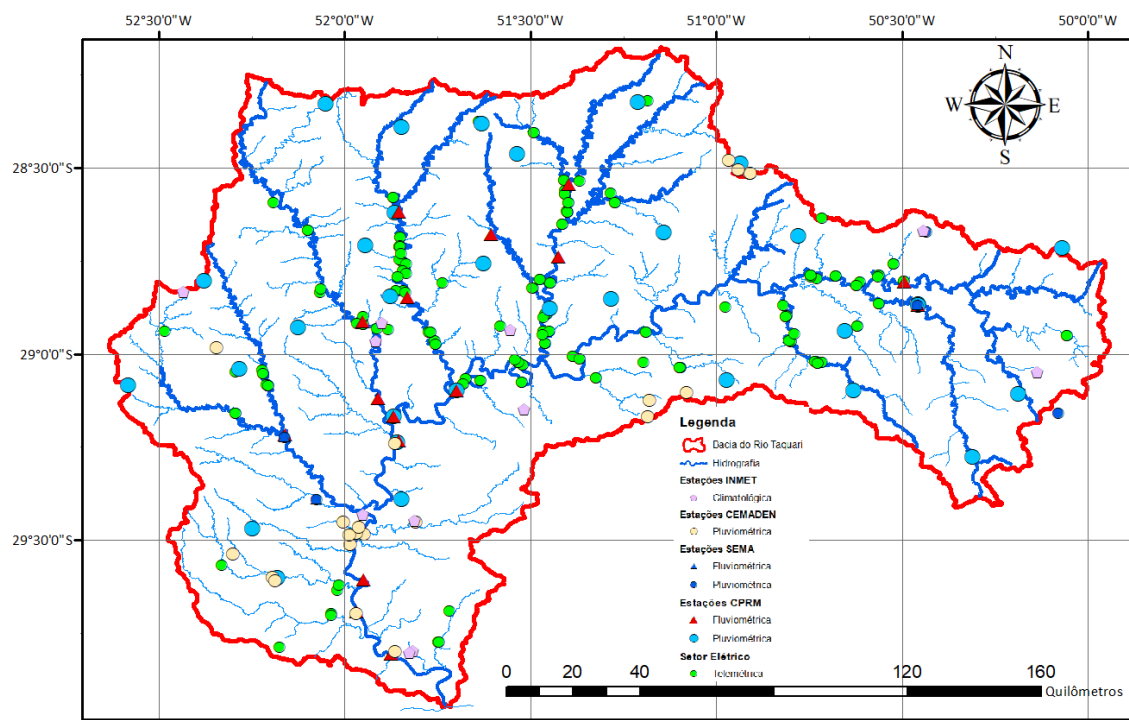


Figura 8: Estações hidrometeorológicas em operação na bacia do rio Taquari. Elaborado por Buffon *et al.* (2021).

3 OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ALERTA DO RIO TAQUARI

O Sistema de Alerta Hidrológico (SAH) Taquari entrou em operação em outubro de 2015, sendo realizadas previsões de níveis para 4 municípios no Rio Grande do Sul: Muçum, Encantado, Estrela e Lajeado. Maior detalhamento deste monitoramento é apresentado na próxima seção deste relatório.

3.1 ÁREA DE ABRANGÊNCIA

As estações operadas pela CPRM que compõem o monitoramento hidrometeorológico do SAH Taquari estão apresentadas na Figura 09, em destaque, estão as três estações para as quais se realiza previsão de níveis, são elas: Estrela, Encantado e Muçum, todas no rio Taquari.

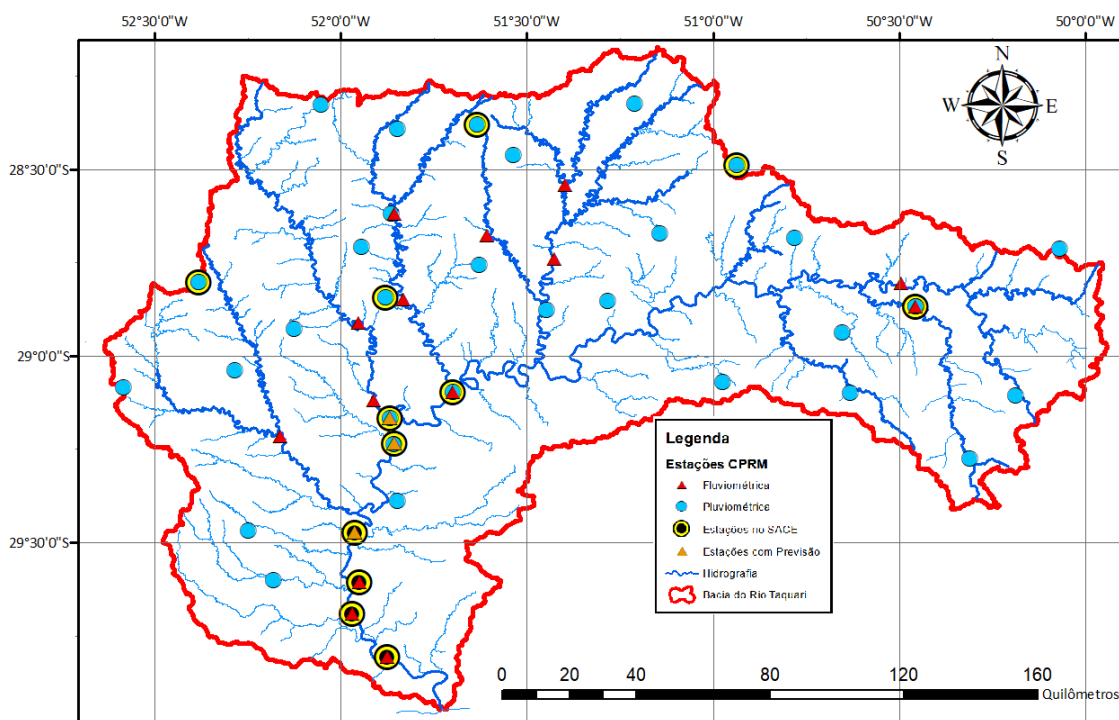


Figura 9: Estações do SAH Taquari. Elaborado por Buffon *et al.* (2021).

O SAH Taquari é composto, atualmente, por 13 estações de monitoramento hidrológico automáticas (Tabela 2), distribuídas ao longo da calha principal do rio Taquari e de seus principais afluentes, a tabela 2 ilustra as informações geográficas dos pontos de monitoramento. As estações coletam, primariamente, dados pluviométricos e fluviométricos, com intervalo de 15 minutos, os dados são agrupados em blocos horários, com quatro intervalos cada, e transmitidos via satélite.

Tabela 2: Estações Integrantes do Sistema de Alerta Hidrológico da bacia do rio Taquari.

Sigla	Nome	Município	Longitude	Latitude	Rio	Area (km ²)
02852004	Auler	Soledade	-52,38154	-28,8034	-	-
02850045	Vacaria	Vacaria	-50,95361	-28,5175	-	-
02851044	Guaporé	Guaporé	-51,90155	-28,86871	-	-
02851072	Ibiraíaras	Ibiraíaras	-51,63277	-28,37277	-	-
86160000	Passo Tainhas	Jaquirana	-50,39594	-28,88269	Rio Tainhas	1120
86472000	Linha José Júlio	Santa Tereza	-51,69956	-29,09807	Rio das Antas	13000
86472600*	Santa Tereza	Santa Tereza	-51,73240	-29,17830	Rio Taquari	14500
86510000	Muçum	Muçum	-51,86722	-29,16694	Rio Taquari	16000
86720000	Encantado	Encantado	-51,85507	-29,23519	Rio Taquari	19100
86879300	Estrela	Estrela	-51,96281	-29,47349	Rio Taquari	22472
86882000	Bom Retiro do Sul	Bom Retiro do Sul	-51,9504	-29,60837	Rio Taquari	23900
86895000	Porto Mariante	Venâncio Aires	-51,9665	-29,69958	Rio Taquari	24600
86950000	Taquari	Taquari	-51,87659	-29,80688	Rio Taquari	25900

Elaborado pelo Autor (2022). * Estação instalada no fim do ano de 2022 (em testes).

3.2 BOLETINS EMITIDOS

Desde o início da operação foram emitidos ao todo 148 boletins extraordinários de alerta de cheia, sendo 24 no ano de 2022, a produção anual do SAH-Taquari pode ser observada na tabela 03. Eventos hidrológicos extremos podem ocorrer em qualquer mês do ano na região da Bacia do Rio Taquari, porém os maiores eventos se concentram entre os meses de maio e outubro.

Tabela 3:Produção SAH-Taquari 2012-2022.

Ano	Nº de eventos observados	Nº de Boletins Emitidos
2016	3	16
2017	2	38
2018	2	13
2019	0	0
2020	1	54
2021	1	3
2022	4	24

3.3 MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO

Nas Figura 1 a Figura 11 estão apresentadas as precipitações acumuladas de janeiro a novembro de 2022 na bacia hidrográfica do rio Taquari, e a razão da precipitação acumulada com relação à média histórica mensal (2000 a 2020).

A precipitação média mensal foi calculada para o período de junho de 2000 a dezembro de 2020, conforme disponibilidade de dados do produto GPM IMERG Final Precipitation L3 1 month 0.1 degree x 0.1 degree V06 (GPM_3IMERGM); as precipitações acumuladas mensais de janeiro a novembro de 2022 foram calculadas com GPM IMERG Late Precipitation L3 1 day 0.1 degree x 0.1 degree V06 (GPM_3IMERGDL).

Os produtos IMERG fornecem a precipitação obtida a partir de vários satélites com sensores de microondas passivos da constelação GPM (Global Precipitation Measurement), os quais após processamento e calibração têm resolução espacial de 0.1° (HUFFMAN *et al.*, 2019a, b). Os dados de precipitação foram obtidos através do portal Giovanni da NASA, que é uma aplicação que permite visualizar e baixar diversos produtos de satélite (ACKER ; LEPTOUKH, 2007).

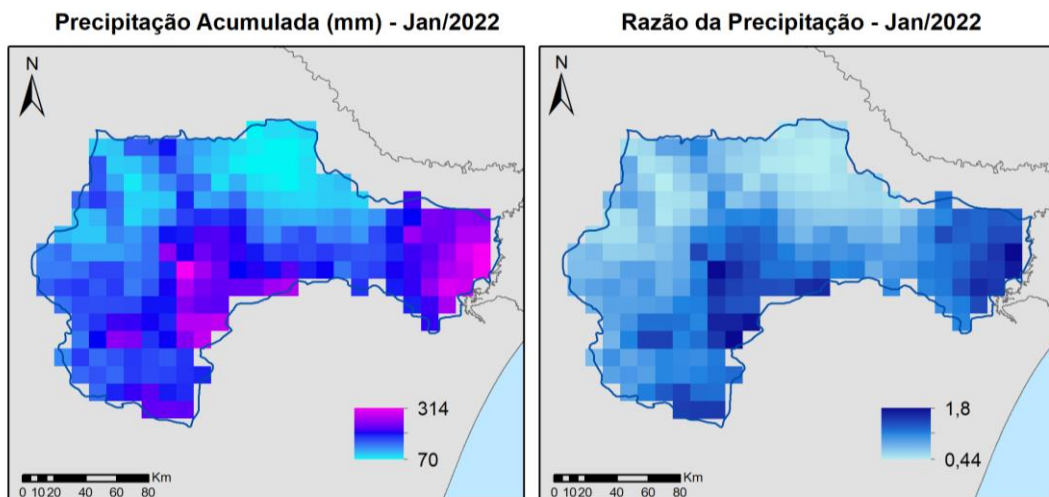


Figura 11: Precipitação acumulada em janeiro de 2022 e razão da precipitação.

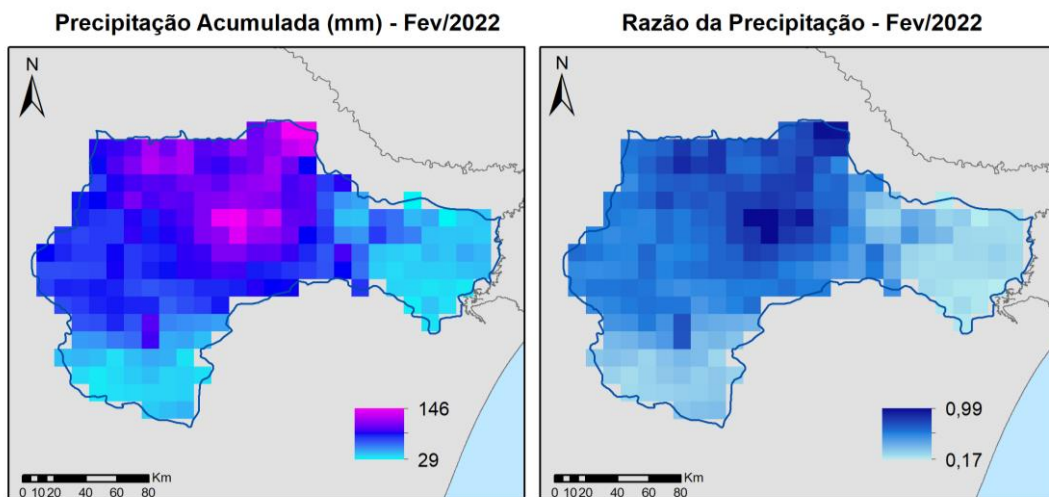


Figura 12: Precipitação acumulada em fevereiro de 2022 e razão da precipitação.

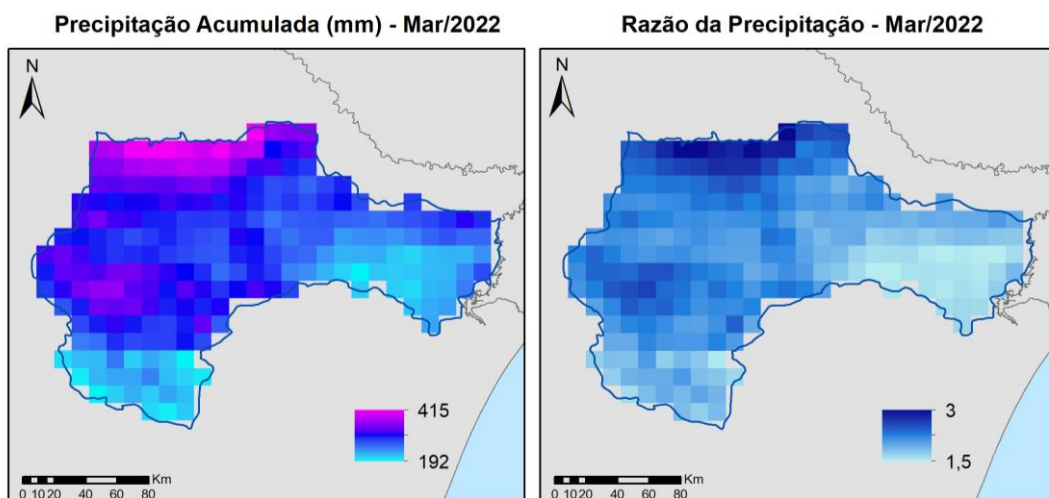


Figura 10: Precipitação acumulada em março de 2022 e razão da precipitação.

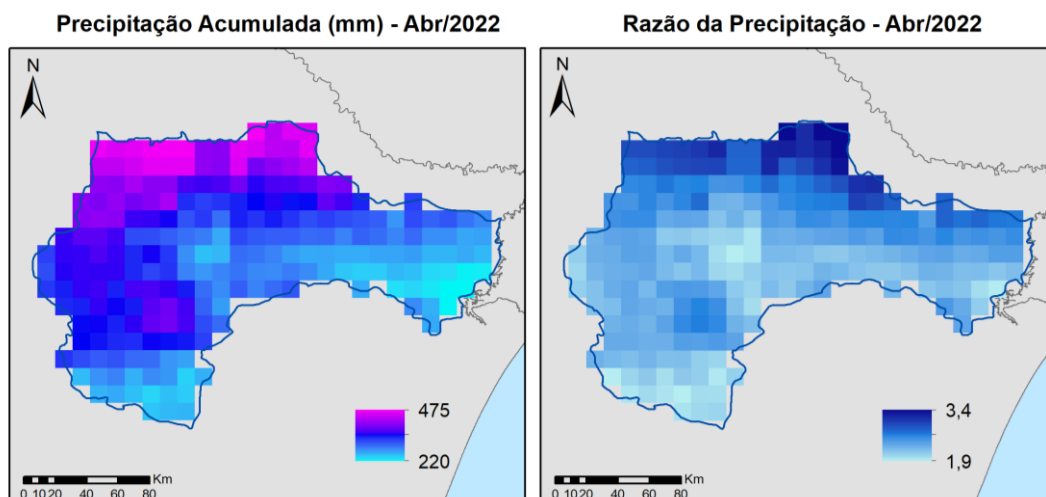


Figura 13: Precipitação acumulada em abril de 2022 e razão da precipitação.

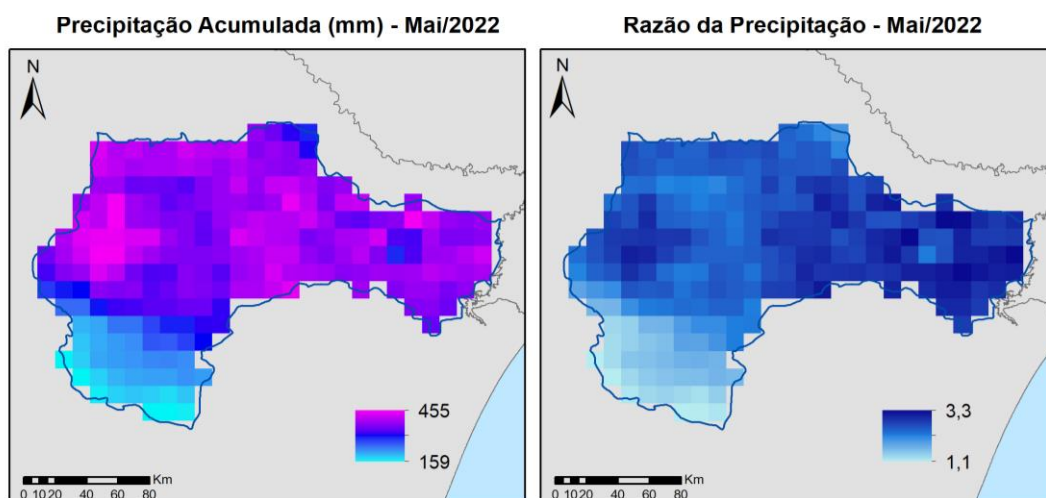


Figura 14: Precipitação acumulada em maio de 2022 e razão da precipitação.

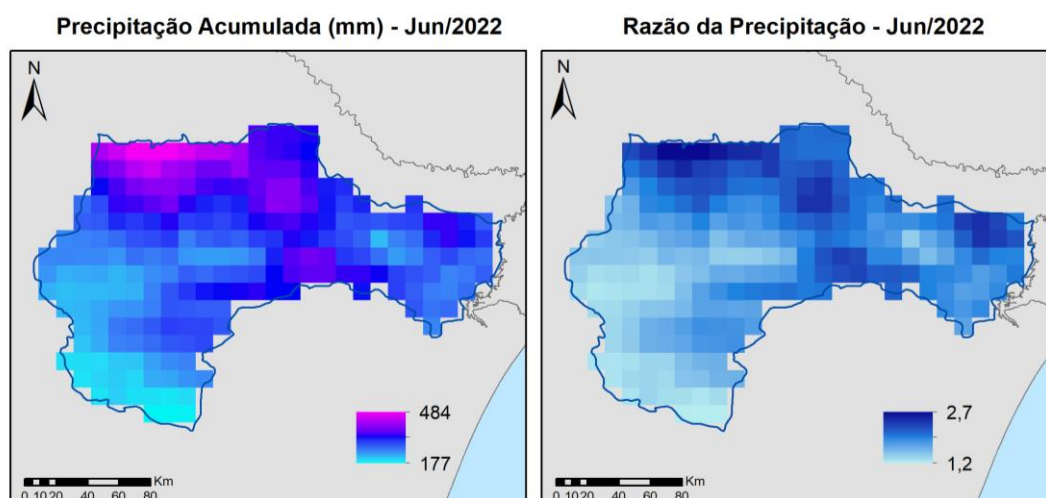


Figura 15: Precipitação acumulada em junho de 2022 e razão da precipitação.

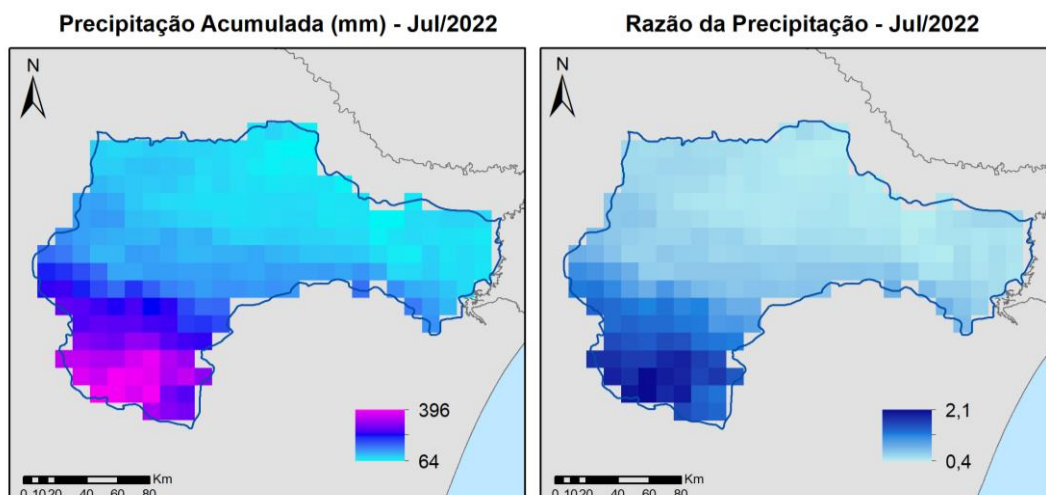


Figura 17: Precipitação acumulada em julho de 2022 e razão da precipitação.

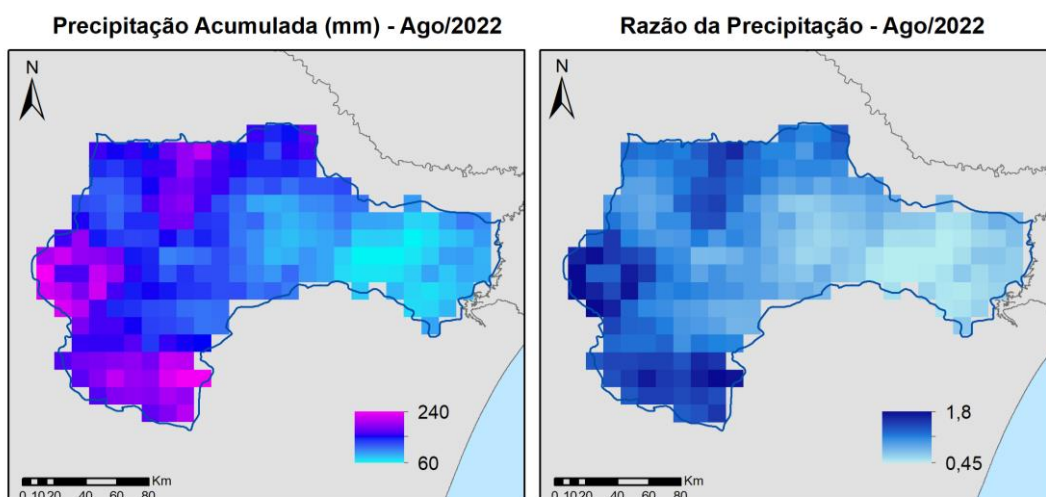


Figura 16: Precipitação acumulada em agosto de 2022 e razão da precipitação.

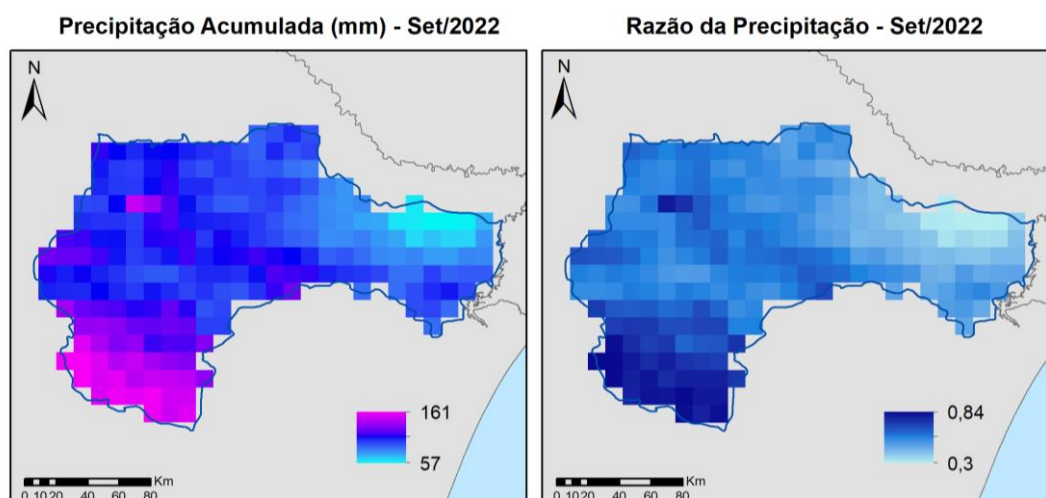


Figura 18: Precipitação acumulada em setembro de 2022 e razão da precipitação.

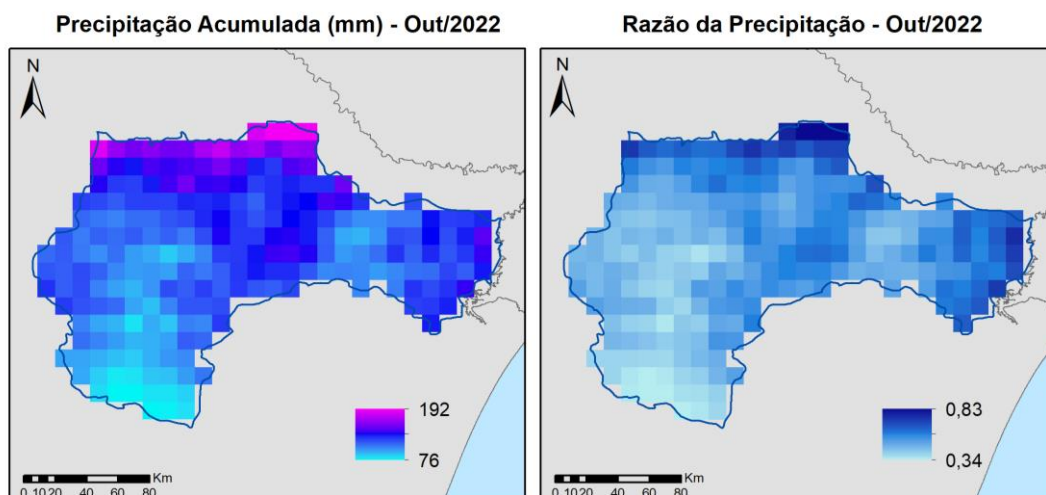


Figura 20: Precipitação acumulada em outubro de 2022 e razão da precipitação

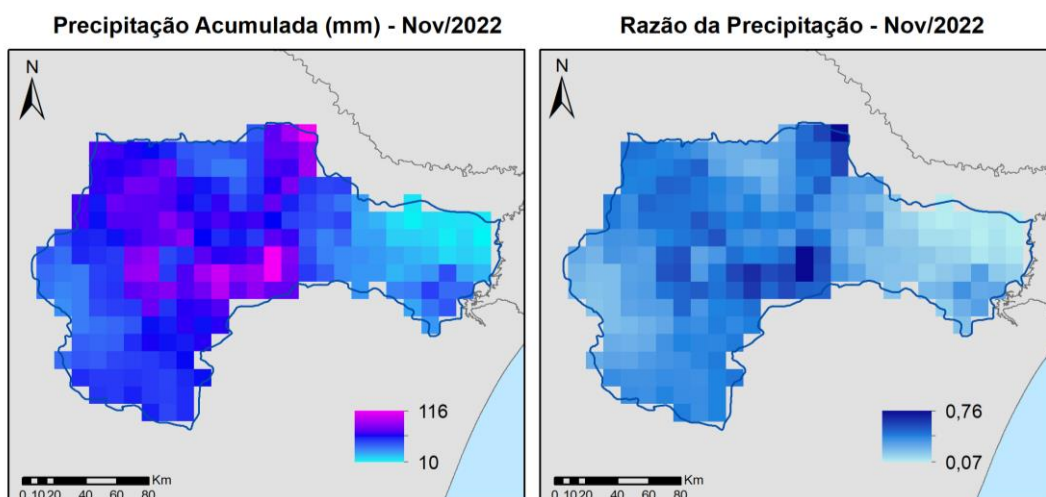


Figura 19: Precipitação acumulada em novembro de 2022 e razão da precipitação.

3.4 MONITORAMENTO FLUVIOMÉTRICO

No Gráfico 3 até o Gráfico 5 está apresentado o monitoramento dos níveis dos rios ao longo do ano de 2022, até novembro, nas três estações fluviométricas nas quais se realiza previsão de níveis. Nas estações localizadas no rio Taquari as maiores cotas observadas ocorreram em maio e junho.

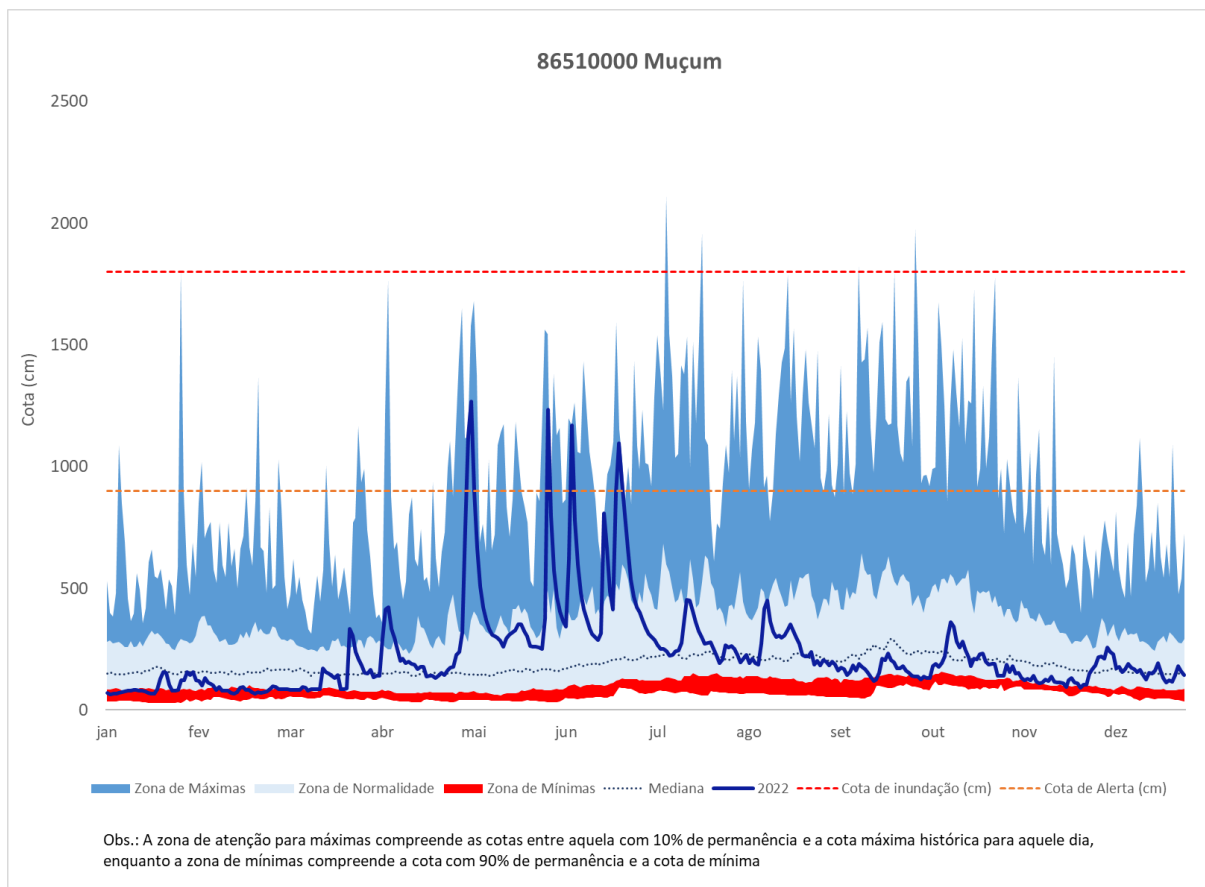


Gráfico 3: Monitoramento Fluviométrico em Muçum no ano de 2022. Elaborado pelo Autor (2022).

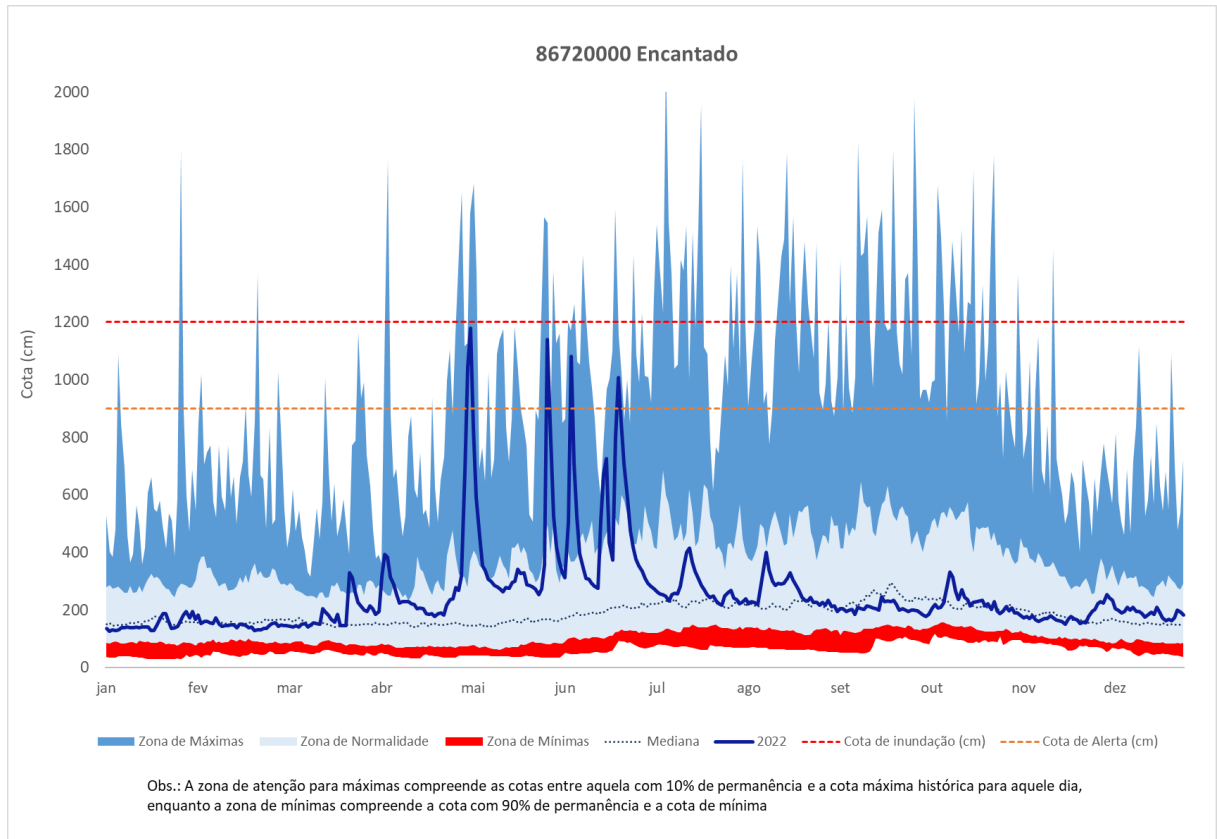


Gráfico 5: Monitoramento Fluviométrico em Encantado no ano de 2022. Elaborado pelo Autor (2022).

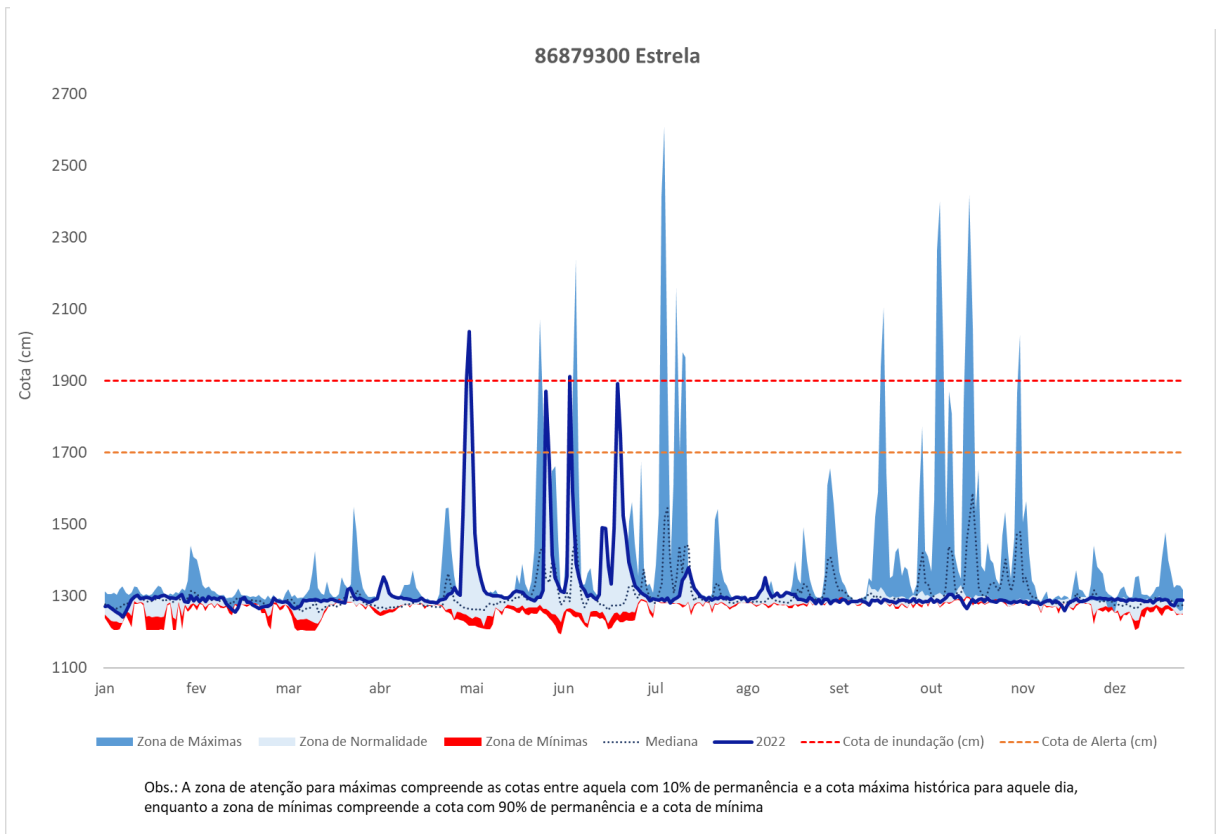


Gráfico 4: Monitoramento Fluviométrico em Estrela no ano de 2022. Elaborado pelo Autor (2022).

4 DETALHAMENTO DOS EVENTOS HIDROLOGICOS OBSERVADOS EM 2022

O ano de 2022 foi marcado por precipitações abaixo das medias históricas desencadeado uma forte estiagem em todo o estado do Rio Grande do Sul. No âmbito da operação do SAH-Taquari foram observados a ocorrência de três eventos hidrológicos de pequena magnitude, havendo elevação do nível do rio Taquari a patamares superiores as cotas de alerta, em diversas estações de monitoramento, o que desencadeou a emissão de boletins de alerta hidrológico com previsões, no entanto o patamar de inundação só foi superado em uma ocasião em apenas uma estação.

4.1 EVENTO 1

O evento 1 ocorreu entre 01/05/2022 e 06/05/2022, com precipitações que variaram de 37 mm (02852004) à 215 mm (02851072). Foram observadas elevações dos níveis no rio Taquari com máximas de 1339 cm em Muçum, 1230 cm em Encantado e 2057 cm em Estrela/Lajeado. Os tempos de recorrência para os níveis supracitados são de aproximadamente 2,5, 2 e 1 ano respectivamente.

Os gráficos 06 apresenta a evolução dos níveis do rio Taquari em diversos pontos de monitoramento. A tabela 06 apresenta um resumo dos níveis máximos observados durante o evento.

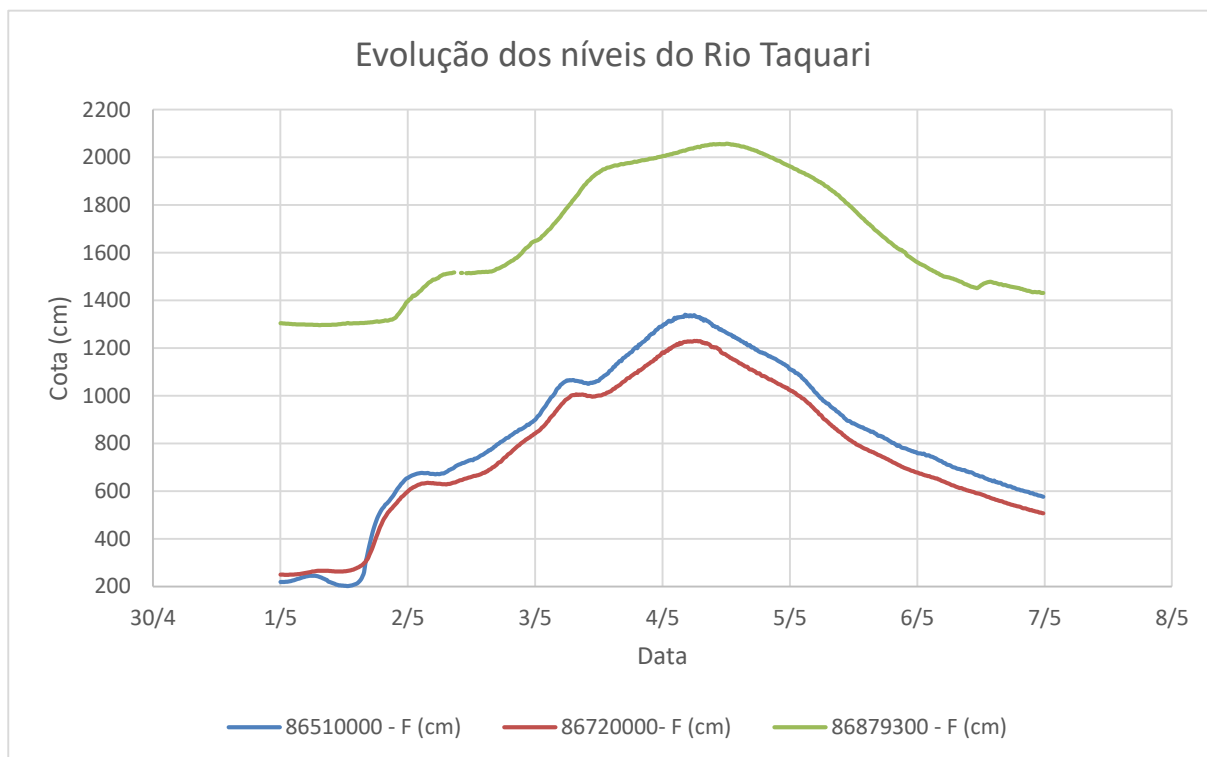


Gráfico 6: Cotagrama estações fluviométricas localizadas no rio Taquari durante o evento 1

Tabela 4: Níveis máximos observados durante o evento 1 de 2022.

Estação	Nível Máximo Observado (cm)	Data - Hora
86510000	1339	04/05/2022 04:14
86720000	1230	04/05/2022 06:29
86879300	2057	04/05/2022 11:59

Elaborado pelo Autor (2022)

A precipitação registrada no período foi superior a 30 mm em todos os postos de monitoramento, atingido 215 mm no posto 02851072 (Ibiraiaras). A máxima precipitação registrada em um período de 24 horas foi de 122,2 mm na estação Vacaria. A tabela 07 traz uma síntese dos dados de precipitação observados durante o evento. Os gráficos 08, 09 e 10 apresentam a evolução dos níveis do rio Taquari nas estações Muçum (86510000), Encantado (8720000) e Estrela (86879300) comparativamente ao total de precipitação acumulada em diferentes postos de monitoramento na bacia.

Tabela 5: Dados de precipitação observados durante o evento 1 de 2022.

Estação	Precipitação Acumulada (mm) 6 dias (01/05-06/05/2022)	Máxima Precipitação Acumulada em 24h (mm)
2951070	142	72,8
2951010	124,8	77,6
2951147	87	60,4
2850009	177,6	89,8
2851072	215	105,4
2850045	196	122,2
2852004	37	33,2
2851044	168,8	74,8

Elaborado pelo Autor (2022)

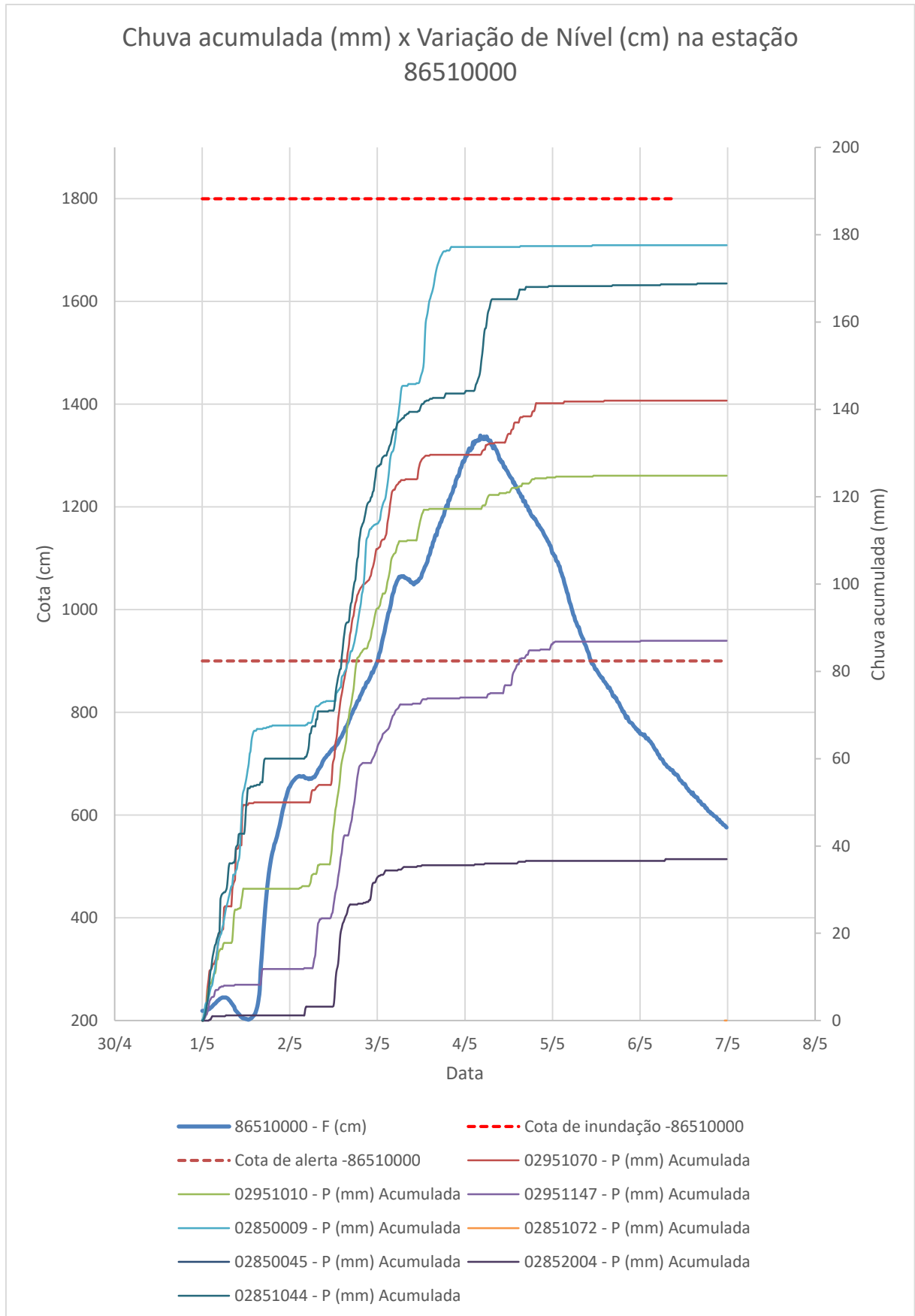


Gráfico 7: Cotagrama estação Muçum e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.

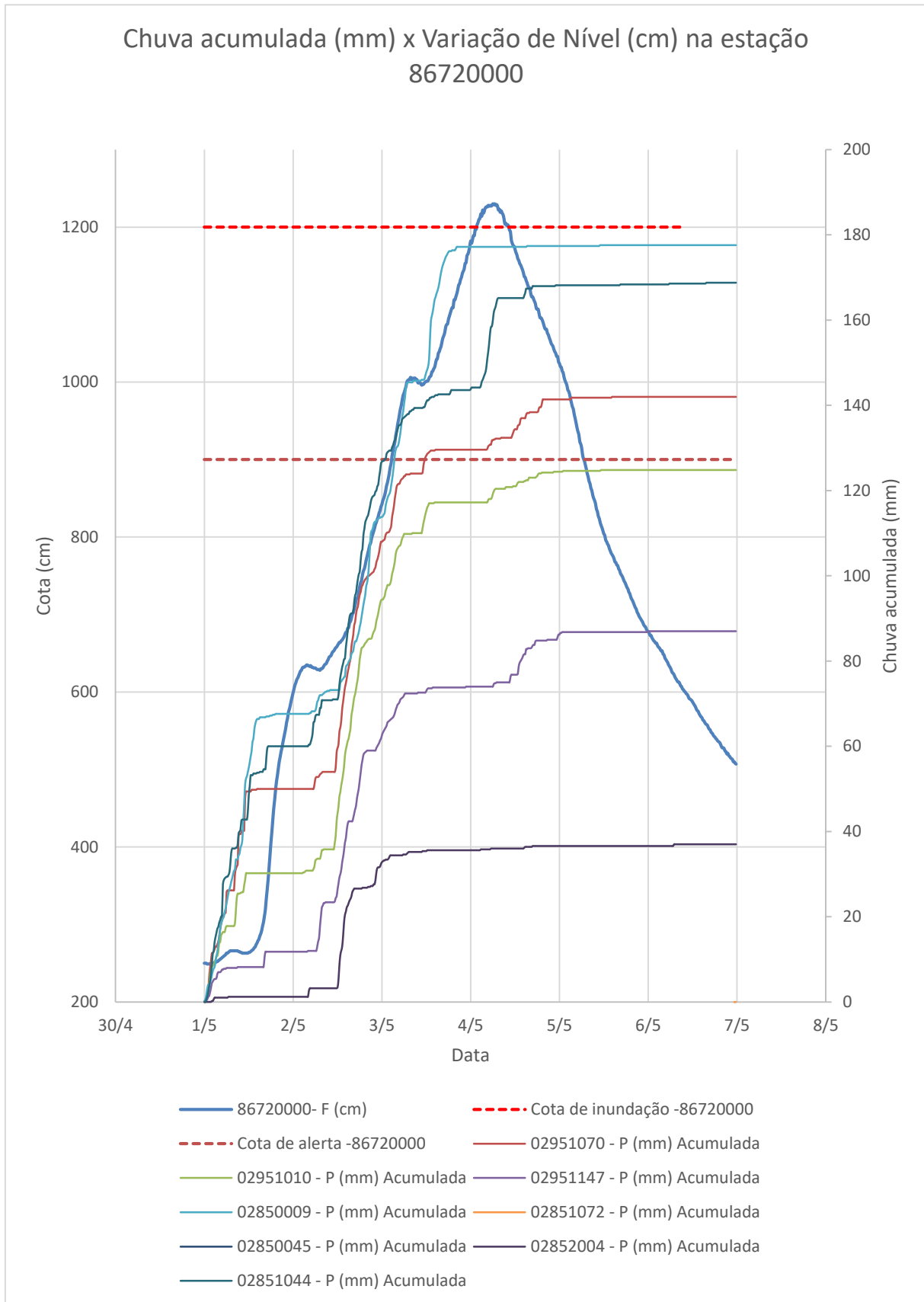


Gráfico 8: Cotagrama estação Encantado e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.

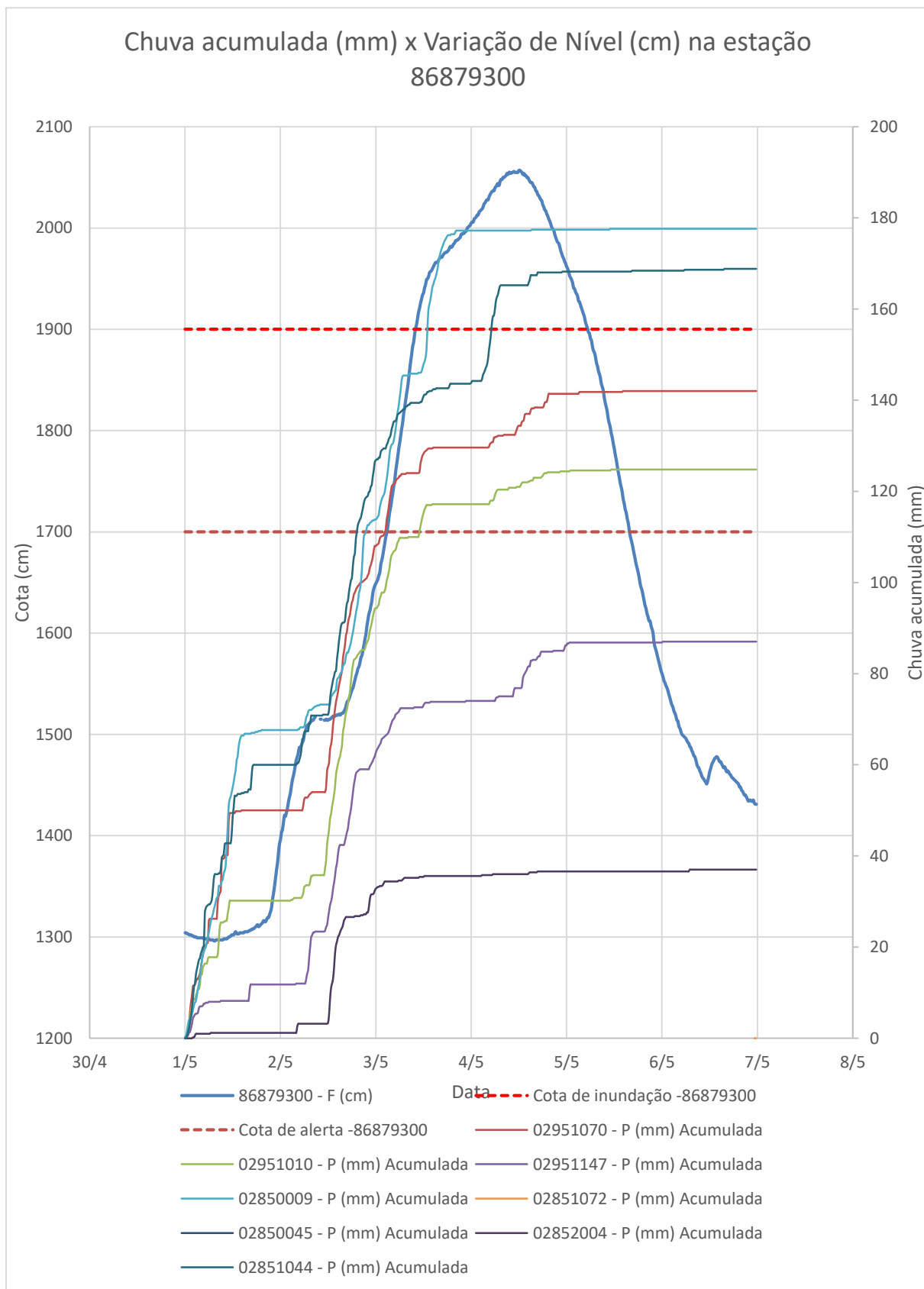


Gráfico 9: Cotagrama estação Estrela e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.

4.2 EVENTO 2

O evento 2 ocorreu entre 28/05/2022 e 01/06/2022, com precipitações que variaram de 23 mm (02951147) à 121,4 mm (02851072). Foram observadas elevações dos níveis no rio Taquari com máximas de 1280 cm em Muçum, 1175 cm em Encantado e 1967 cm em Estrela/Lajeado. Os tempos de recorrência para os níveis supracitados são de aproximadamente 2 anos para os dois primeiros e 1 para o último.

Os gráficos 10 apresenta a evolução dos níveis do rio Taquari em diversos pontos de monitoramento. A tabela 06 apresenta um resumo dos níveis máximos observados durante o evento.

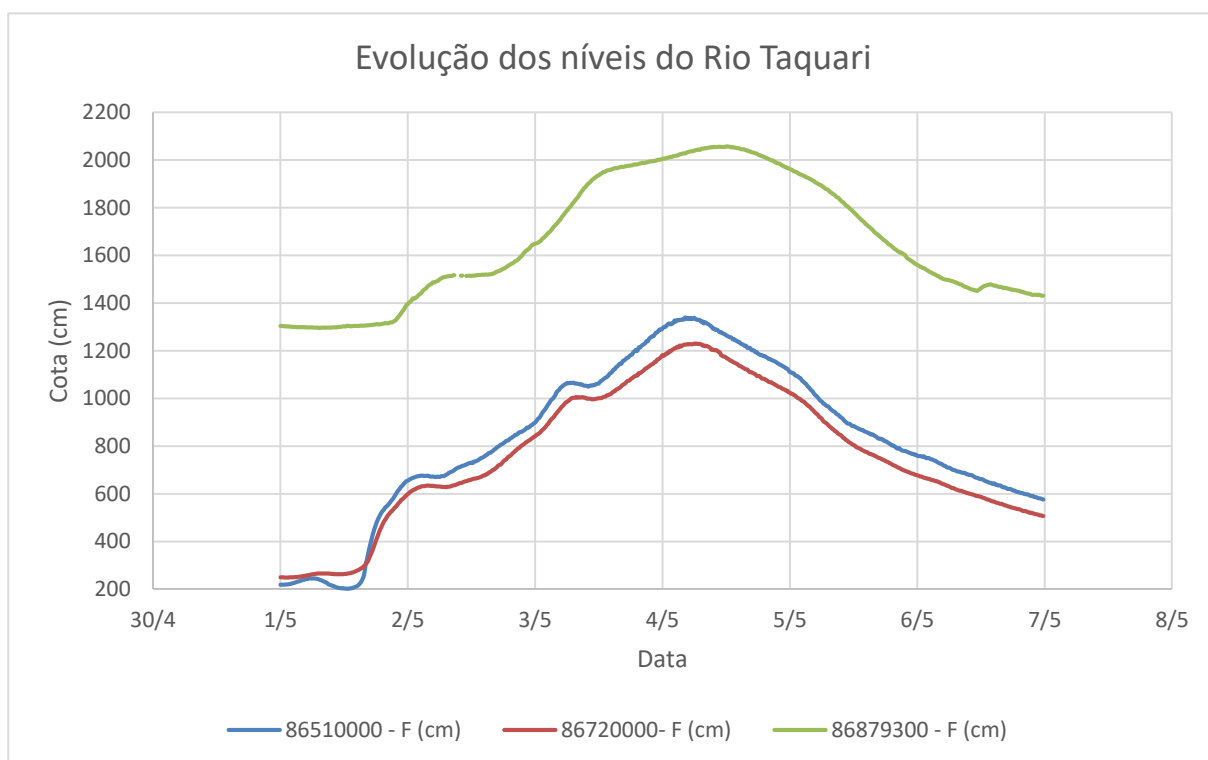


Gráfico 10: Cotagrama estações fluviométricas localizadas no rio Taquari durante o evento 1

Tabela 6: Níveis máximos observados durante o evento 2 de 2022.

Estação	Nível Máximo Observado (cm)	Data - Hora
86510000	1280	04/05/2022 04:14
86720000	1175	04/05/2022 06:29
86879300	1967	04/05/2022 11:59

Elaborado pelo Autor (2022)

A precipitação registrada no período foi superior a 23 mm em todos os postos de monitoramento, atingido 121,4 mm no posto 02851072 (Ibiraiaras). A máxima precipitação registrada em um período de 24 horas foi de 109,8 mm na estação Vacaria. A tabela 07 traz uma síntese dos dados de precipitação observados durante o evento. Os gráficos 11, 12 e 13 apresentam a evolução dos níveis do rio Taquari nas estações Muçum (86510000), Encantado (8720000) e Estrela (86879300) comparativamente ao total de precipitação acumulada em diferentes postos de monitoramento na bacia.

Tabela 7: Dados de precipitação observados durante o evento 2 de 2022.

Estação	Precipitação Acumulada (mm) 5 dias (28/05-01/06/2022)	Máxima Precipitação Acumulada em 24h (mm)
2951070	51,8	50
2951010	66	65,4
2951147	23	22,6
2850009	84	79,4
2851072	121,4	109
2850045	120,2	109,8
2852004	72,6	69
2851044	84,4	76,2

Elaborado pelo Autor (2022)

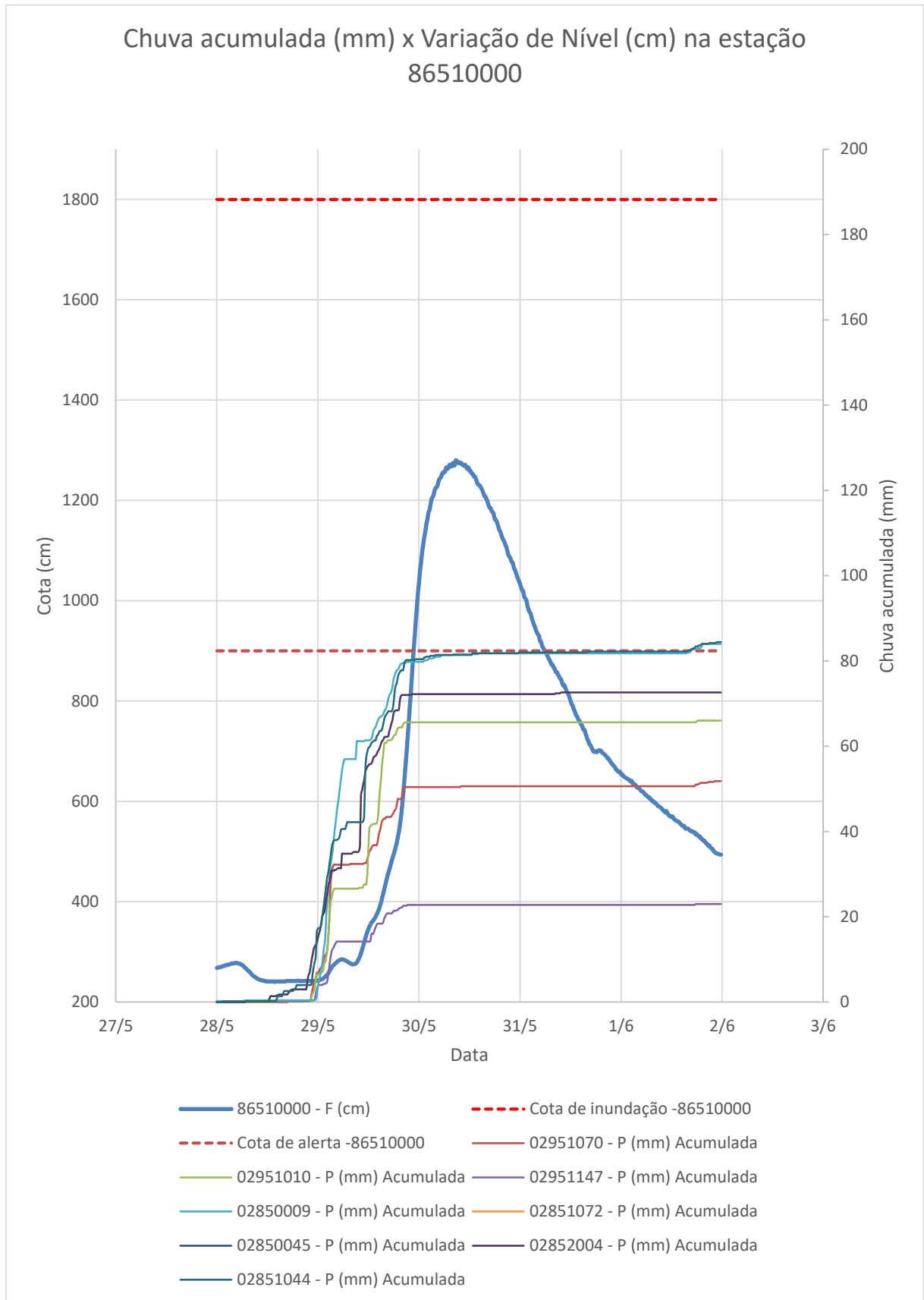


Gráfico 11: Cotagrama estação Muçum e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.

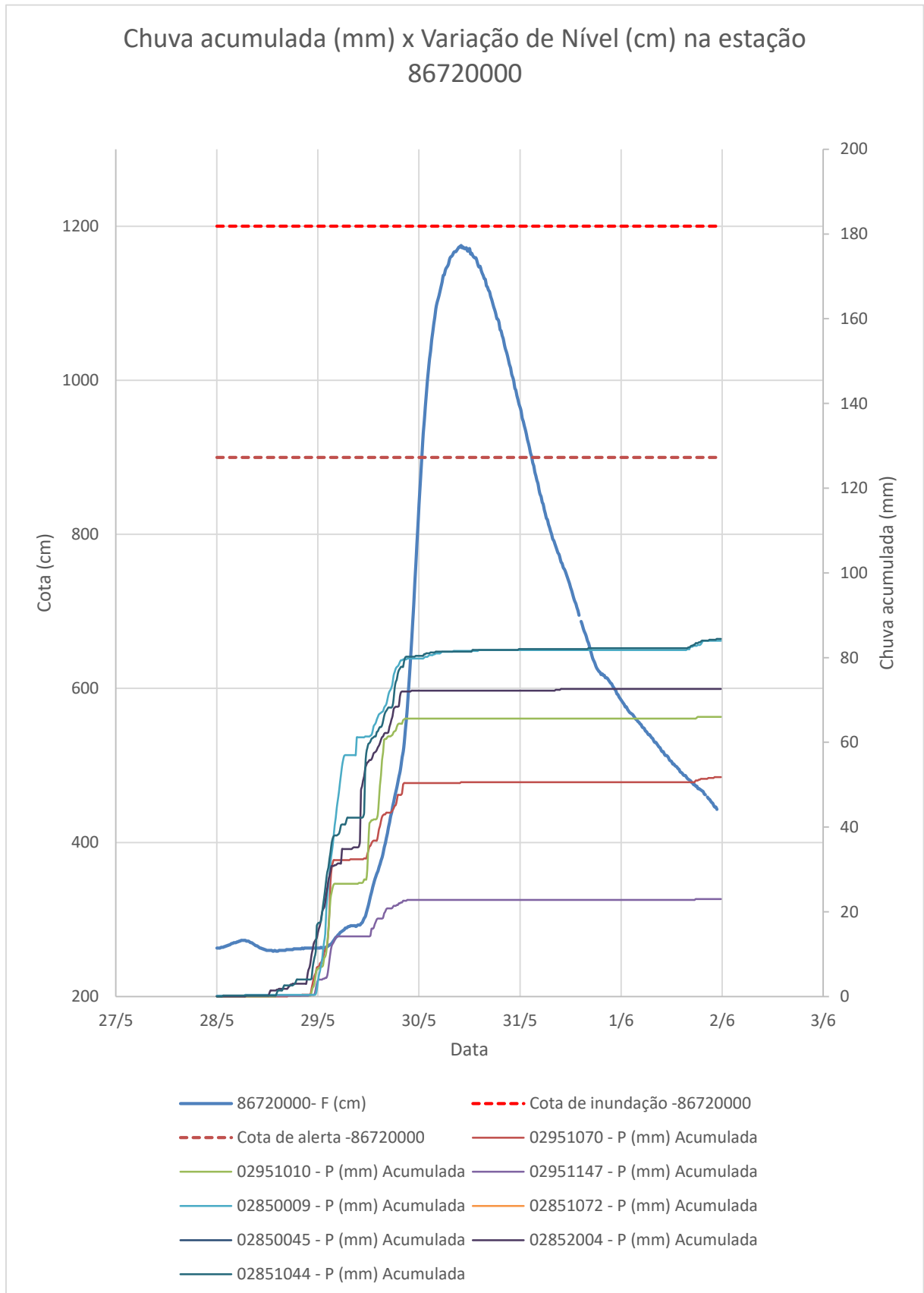


Gráfico 12: Cotagrama estação Encantado e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.

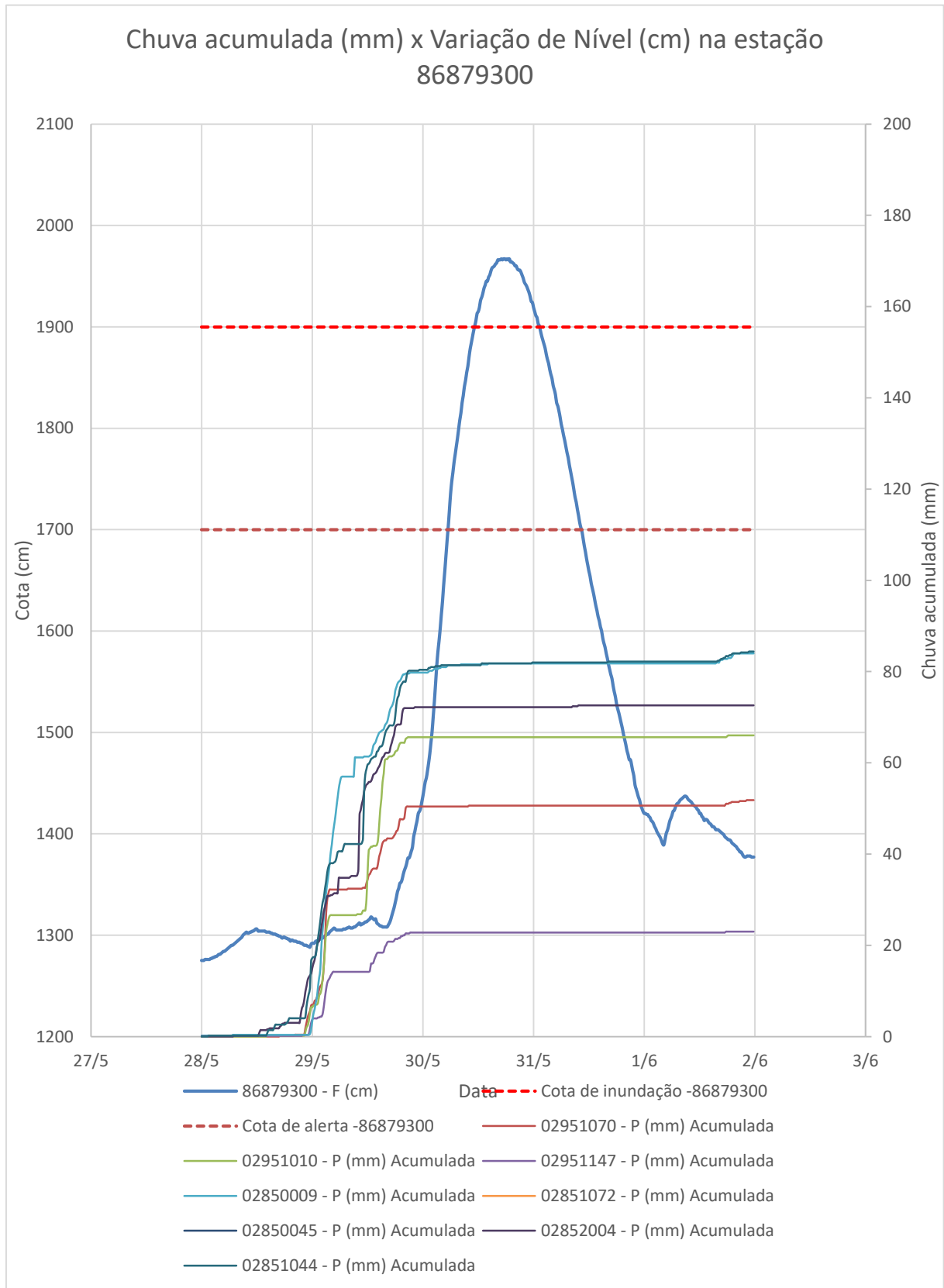


Gráfico 13: Cotagrama estação Estrela e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.

4.3 EVENTO 3

O evento 3 ocorreu entre 05/06/2022 e 10/06/2022, com precipitações que variaram de 24,2 mm (02852004) à 94.3 mm (02951070). Foram observadas elevações dos níveis no rio Taquari com máximas de 1243 cm em Muçum, 1134 cm em Encantado e 1954 cm em Estrela/Lajeado. Os tempos de recorrência para os níveis supracitados são de aproximadamente 2,5, 2 e 1 ano respectivamente.

Os gráficos 14 apresenta a evolução dos níveis do rio Taquari em diversos pontos de monitoramento. A tabela 08 apresenta um resumo dos níveis máximos observados durante o evento.

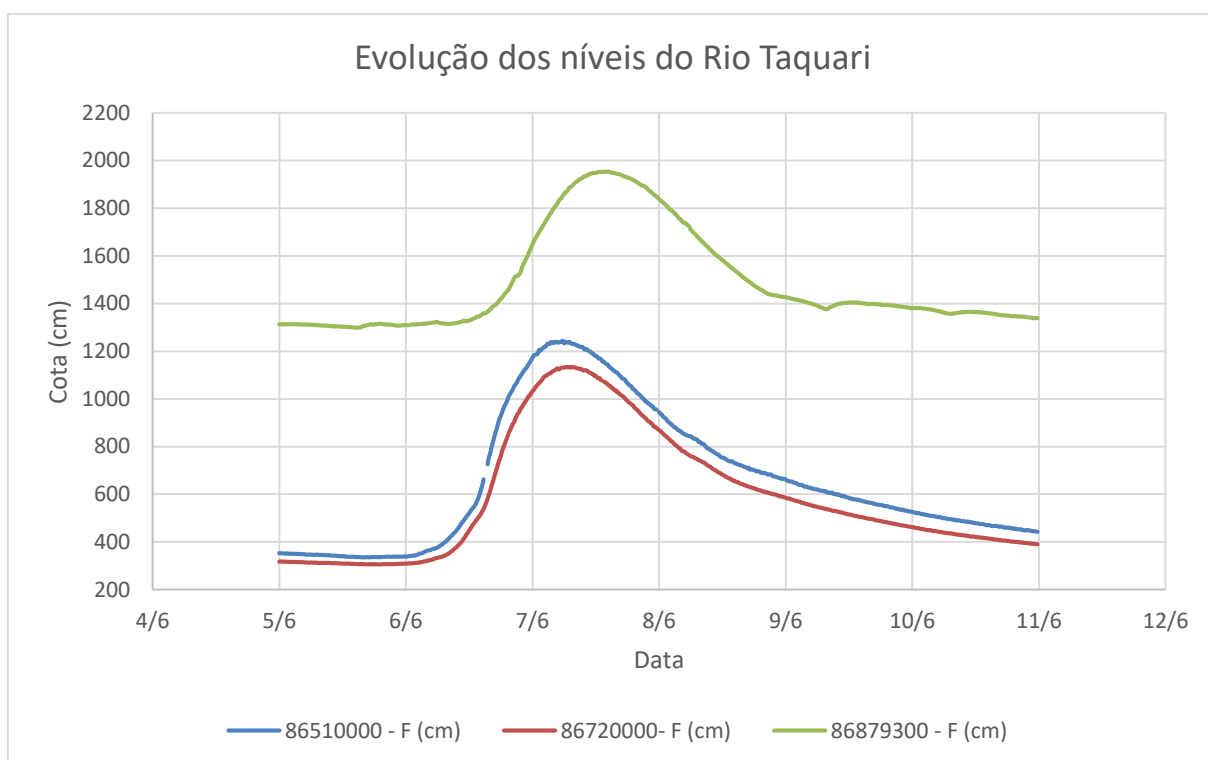


Gráfico 14: Cotagrama estações fluviométricas localizadas no rio Taquari durante o evento 3

Tabela 8: Níveis máximos observados durante o evento 3 de 2022.

Estação	Nível Máximo Observado (cm)	Data - Hora
86510000	1243	07/06/2022 05:44
86720000	1134	07/06/2022 07:29
86879300	1954	07/06/2022 14:14

Elaborado pelo Autor (2022)

A precipitação registrada no período foi superior a 24,2 mm em todos os postos de monitoramento, atingido 94.3 mm no posto 02951070 (Muçum). A máxima precipitação registrada em um período de 24 horas foi de 71 mm na mesma estação. A tabela 09 traz uma síntese dos dados de precipitação observados durante o evento. Os gráficos 15, 16 e 17 apresentam a evolução dos níveis do rio Taquari nas estações Muçum (86510000), Encantado (8720000) e Estrela (86879300) comparativamente ao total de precipitação acumulada em diferentes postos de monitoramento na bacia.

Tabela 9: Dados de precipitação observados durante o evento 3 de 2022.

Estação	Precipitação Acumulada (mm) 6 dias (05/06-10/06/2022)	Máxima Precipitação Acumulada em 24h (mm)
2951070	94,3	71
2951010	56,6	52,2
2951147	53,4	49,2
2850009	92,4	73,8
2851072	68,6	45,4
2850045	65,8	48
2852004	24,2	24,2
2851044	76	67,2

Elaborado pelo Autor (2022)

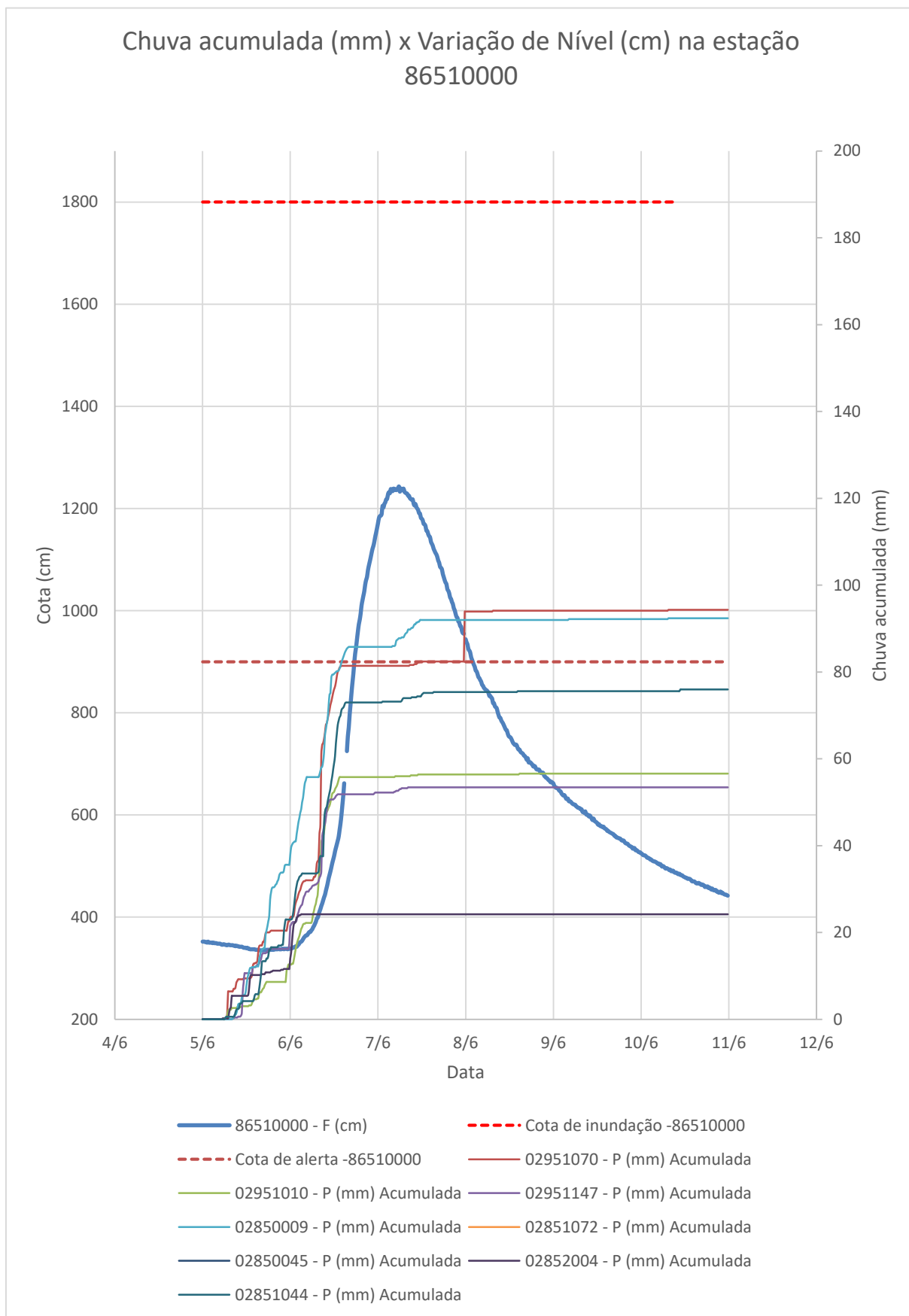


Gráfico 15: Cotagrama estação Muçum e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.

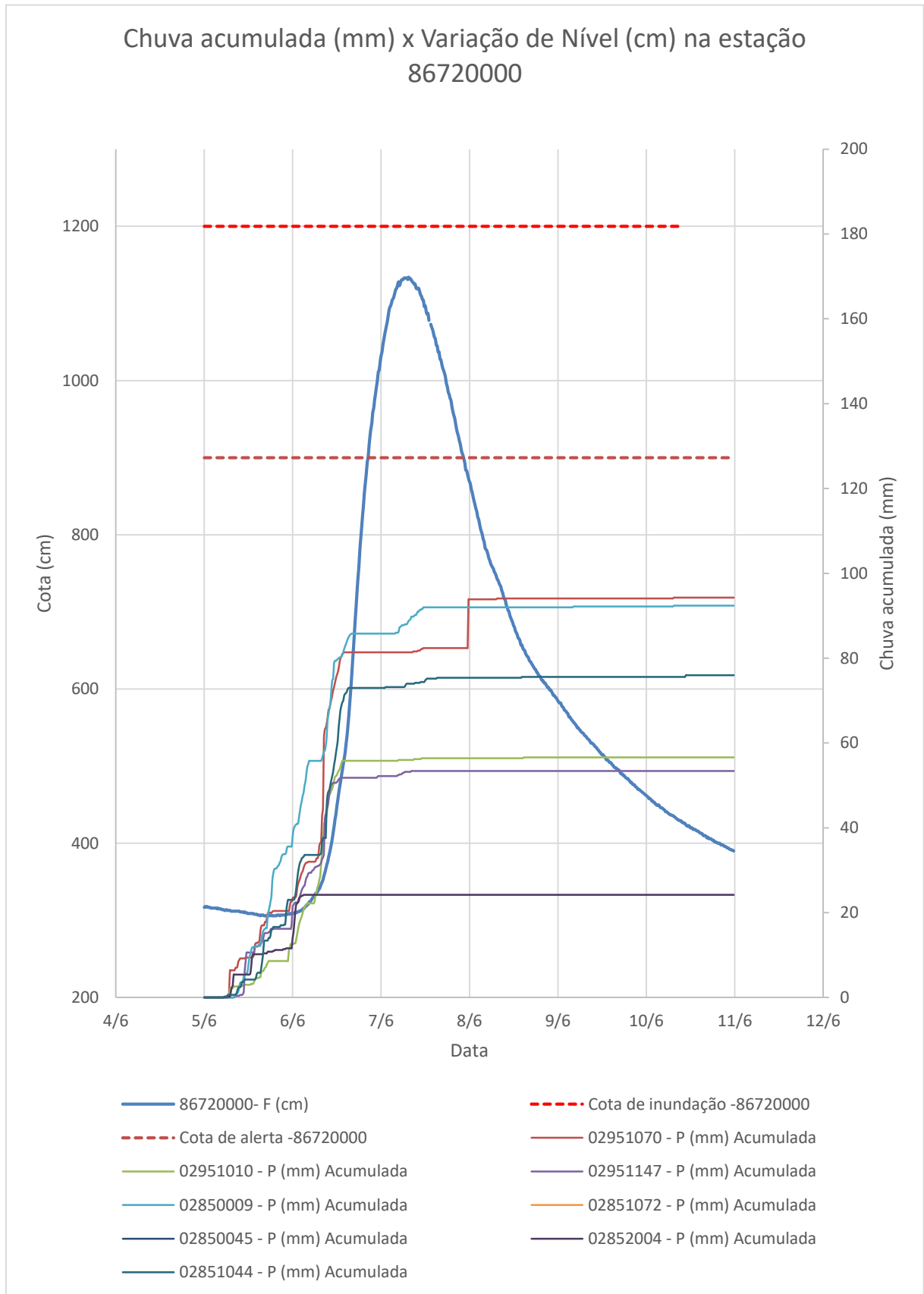


Gráfico 16: Cotagrama estação Encantado e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.

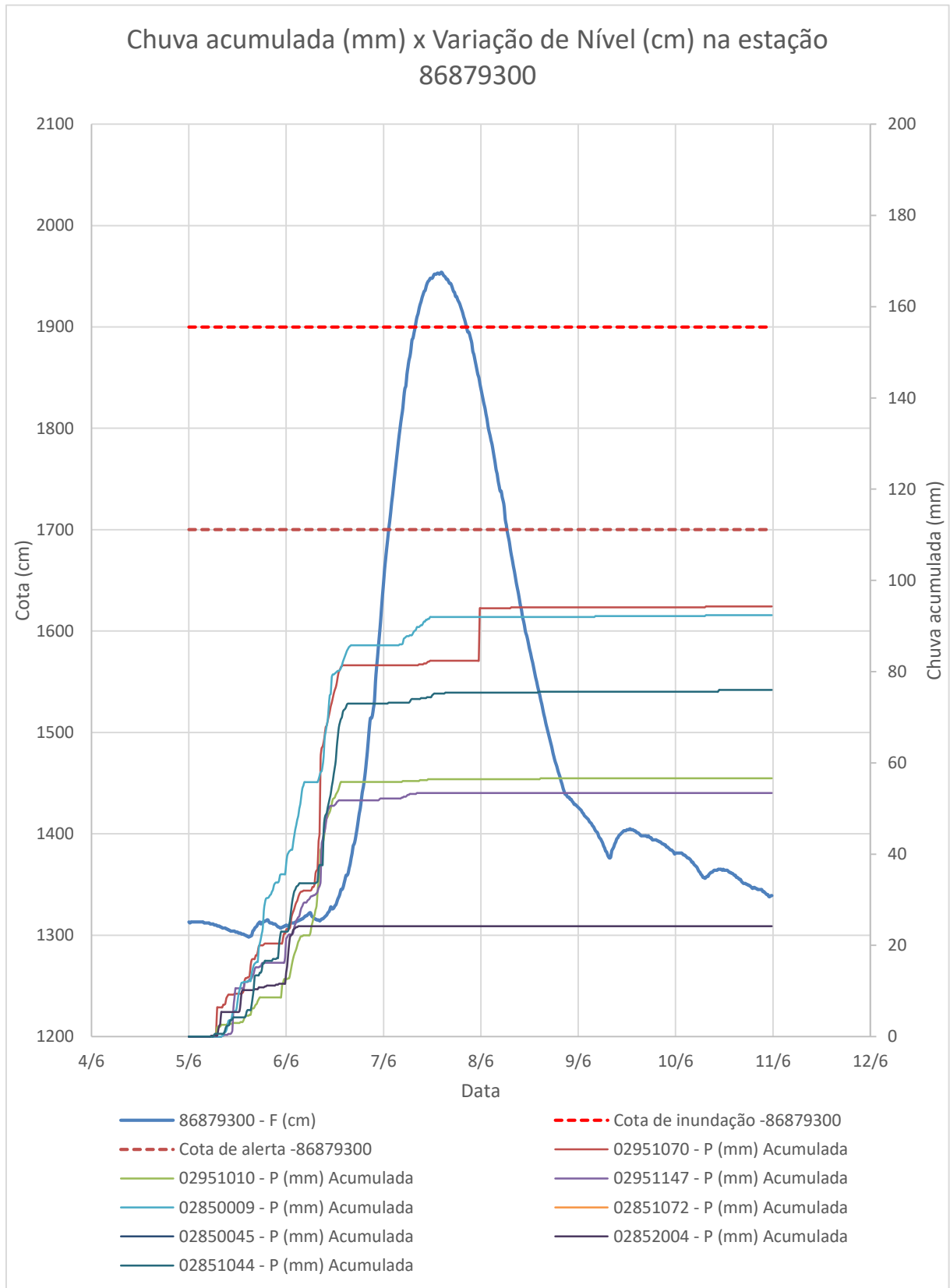


Gráfico 17: Cotagrama estação Estrela e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.

4.4 EVENTO 4

O evento 3 ocorreu entre 21/06/2022 e 25/06/2022, com precipitações que variaram de 57,8 mm (02951070) à 183,6 mm (02850045). Foram observadas elevações dos níveis no rio Taquari com máximas de 1116 cm em Muçum, 1025 cm em Encantado e 1912 cm em Estrela/Lajeado. O tempo de recorrência para os níveis supracitados é de aproximadamente 1 ano.

O gráfico 18 apresenta a evolução dos níveis do rio Taquari em diversos pontos de monitoramento. A tabela 10 apresenta um resumo dos níveis máximos observados durante o evento.

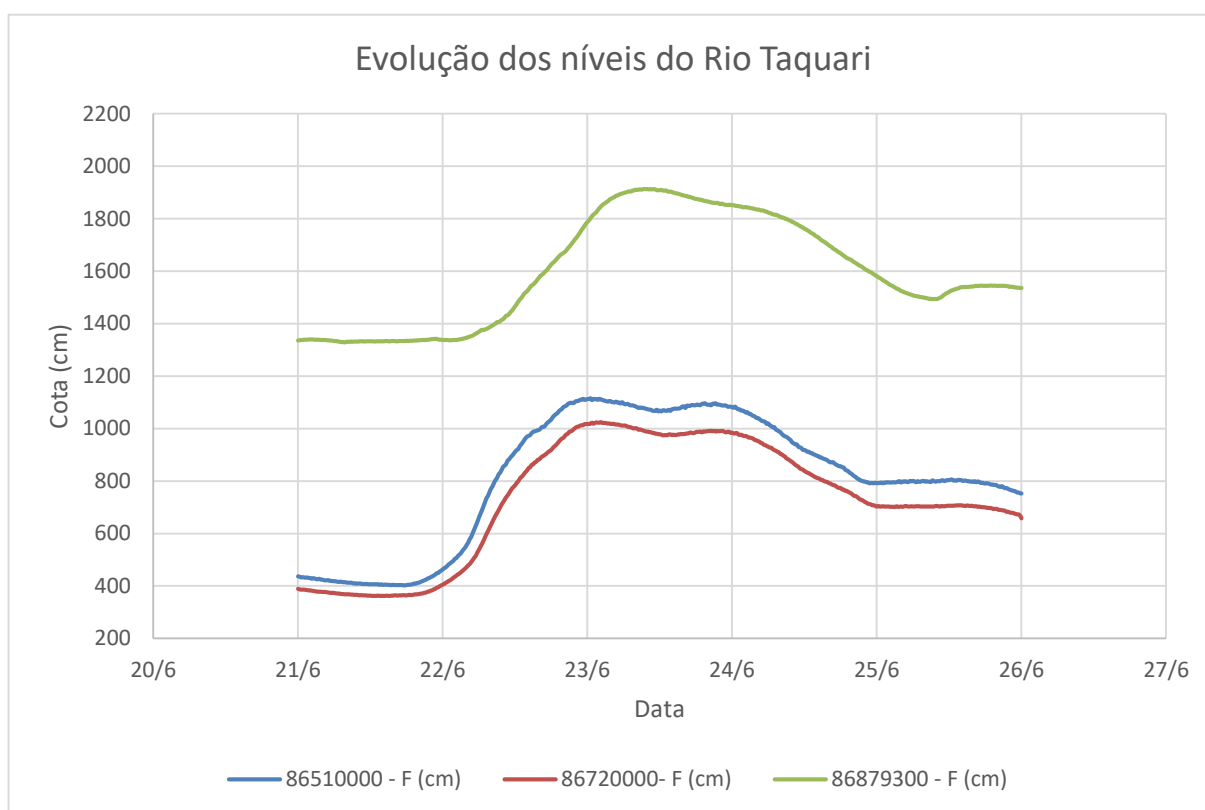


Gráfico 18: Cotagrama estações fluviométricas localizadas no rio Taquari durante o evento 4

Tabela 10: Níveis máximos observados durante o evento 4 de 2022.

Estação	Nível Máximo Observado (cm)	Data - Hora
86510000	1116	23/06/2022 00:29
86720000	1025	23/06/2022 02:14
86879300	1912	23/06/2022 09:14

Elaborado pelo Autor (2022)

A precipitação registrada no período foi superior a 57,8 mm em todos os postos de monitoramento, atingido 183,6 mm no posto 02850045 (Vacaria). A máxima precipitação registrada em um período de 24 horas foi de 92,2 mm na mesma estação. A tabela 11 traz uma síntese dos dados de precipitação observados durante o evento. Os gráficos 19, 20 e 21 apresentam a evolução dos níveis do rio Taquari nas estações Muçum (86510000), Encantado (8720000) e Estrela (86879300) comparativamente ao total de precipitação acumulada em diferentes postos de monitoramento na bacia.

Tabela 11: Dados de precipitação observados durante o evento 4 de 2022.

Estação	Precipitação Acumulada (mm) 5 dias (21/06-25/06/2022)	Máxima Precipitação Acumulada em 24h (mm)
2951070	57,8	31,2
2951010	67,4	31,2
2951147	64,4	32,8
2850009	121,8	47,6
2851072	134,8	88,2
2850045	183,6	92,2
2852004	61,4	43,4
2851044	87,2	54

Elaborado pelo Autor (2022)

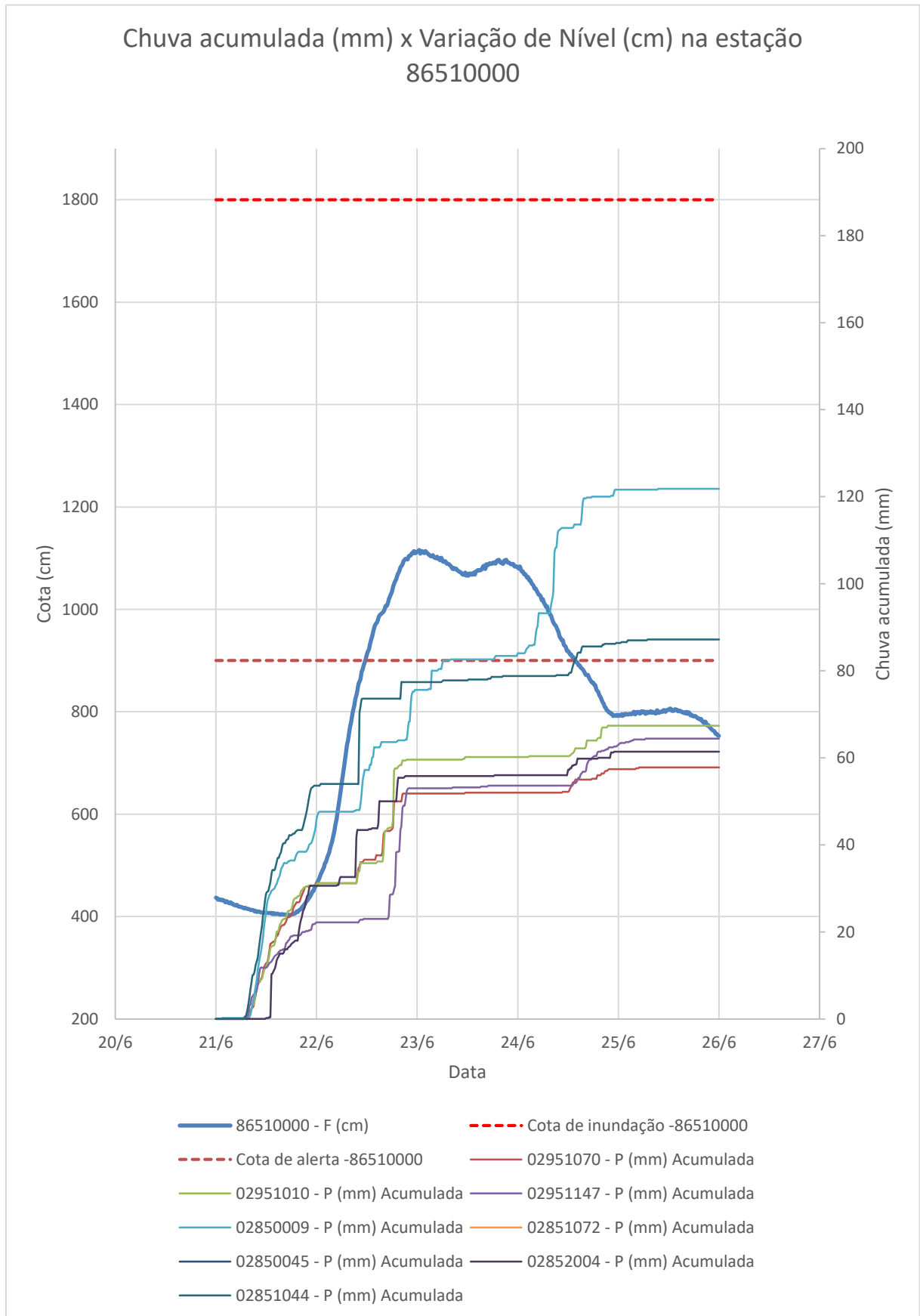


Gráfico 19: Cotagrama estação Muçum e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.

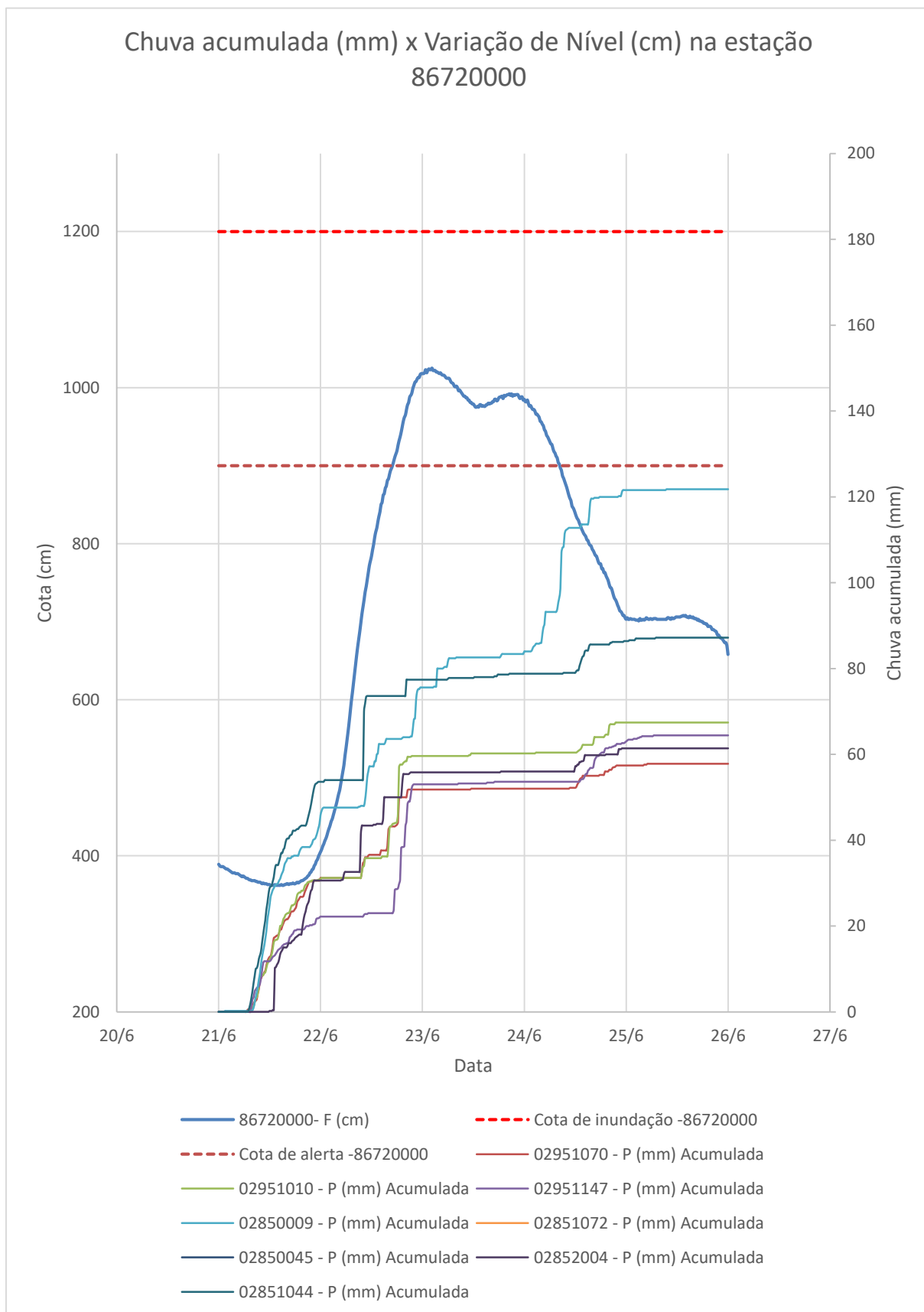


Gráfico 20: Cotagrama estação Encantado e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.

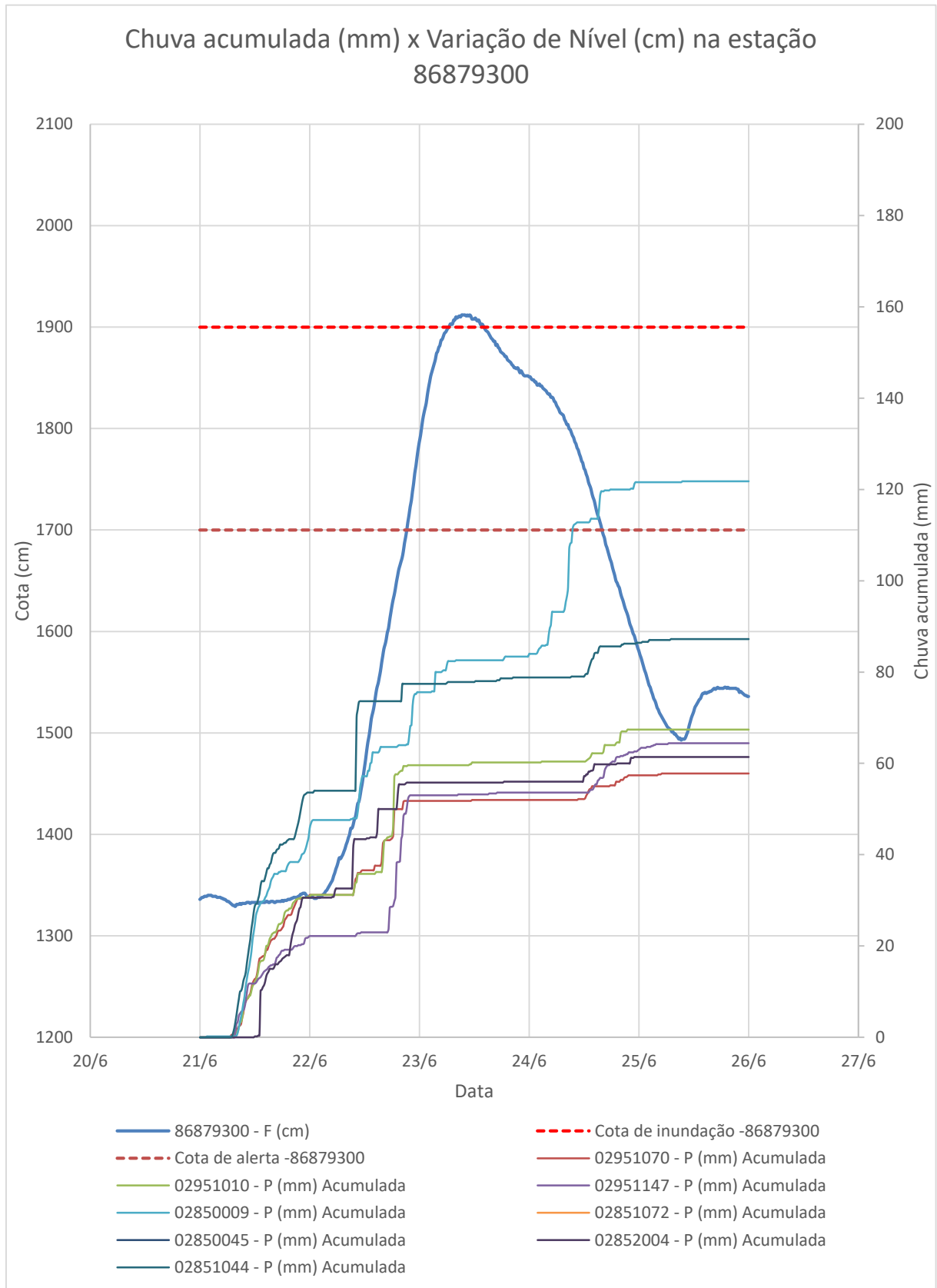


Gráfico 21: Cotagrama estação Estrela e chuva acumulada nas estações do SAH-Taquari.

5 OPERAÇÃO REALIZADA DURANTE OS EVENTOS

Durante o ano de 2022 o Sistema de Alertas Hidrológicos da Bacia do Rio Taquari (SAH-Taquari) produziu e disponibilizou 24 boletins de alerta hidrológico com previsões de níveis para os municípios de Muçum, Encantado e Estrela, beneficiando diretamente uma população de aproximadamente 150 mil pessoas. Os boletins foram enviados nos meses de maio e junho em decorrência da superação dos níveis de alerta, nos três municípios, em quatro ocasiões. Os gráficos 22 ao 33 trazem um comparativo entre os valores previstos e observados para as estações Muçum, Encantado e Estrela, o erro médio observado nas previsões foi de aproximadamente 21,5 cm, 10,4 cm e 16,5 cm respectivamente.

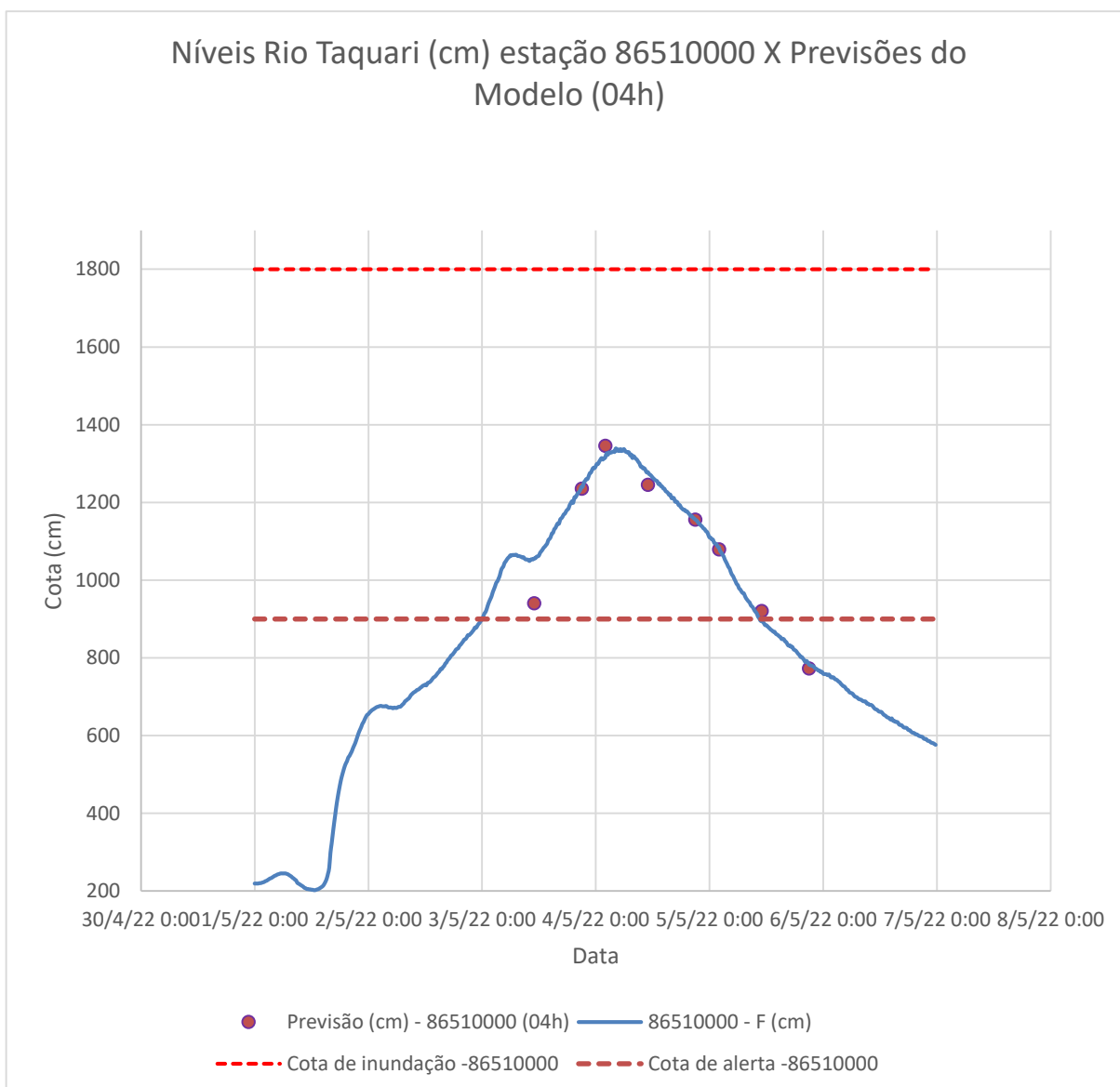


Gráfico 22: Cotagrama das estações 8651000 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 1 de 2022.

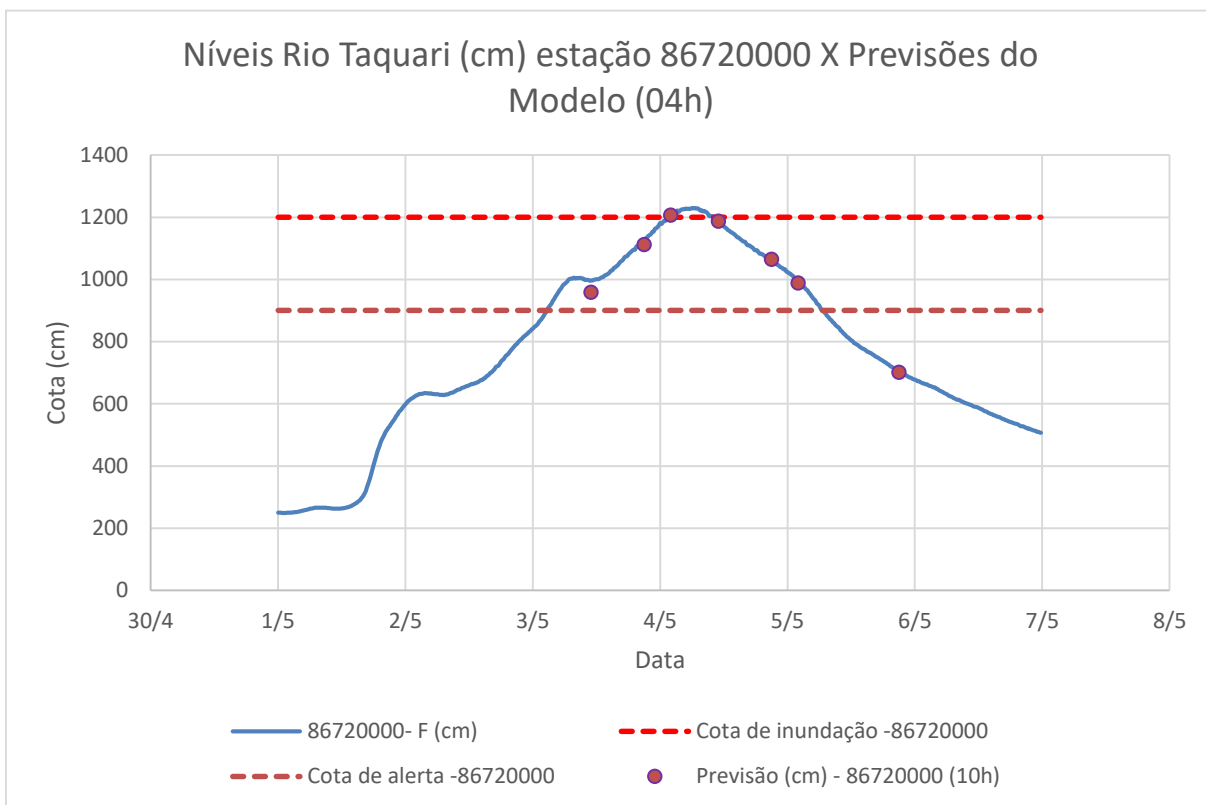


Gráfico 23: Cotagrama das estações 8672000 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 1 de 2022.

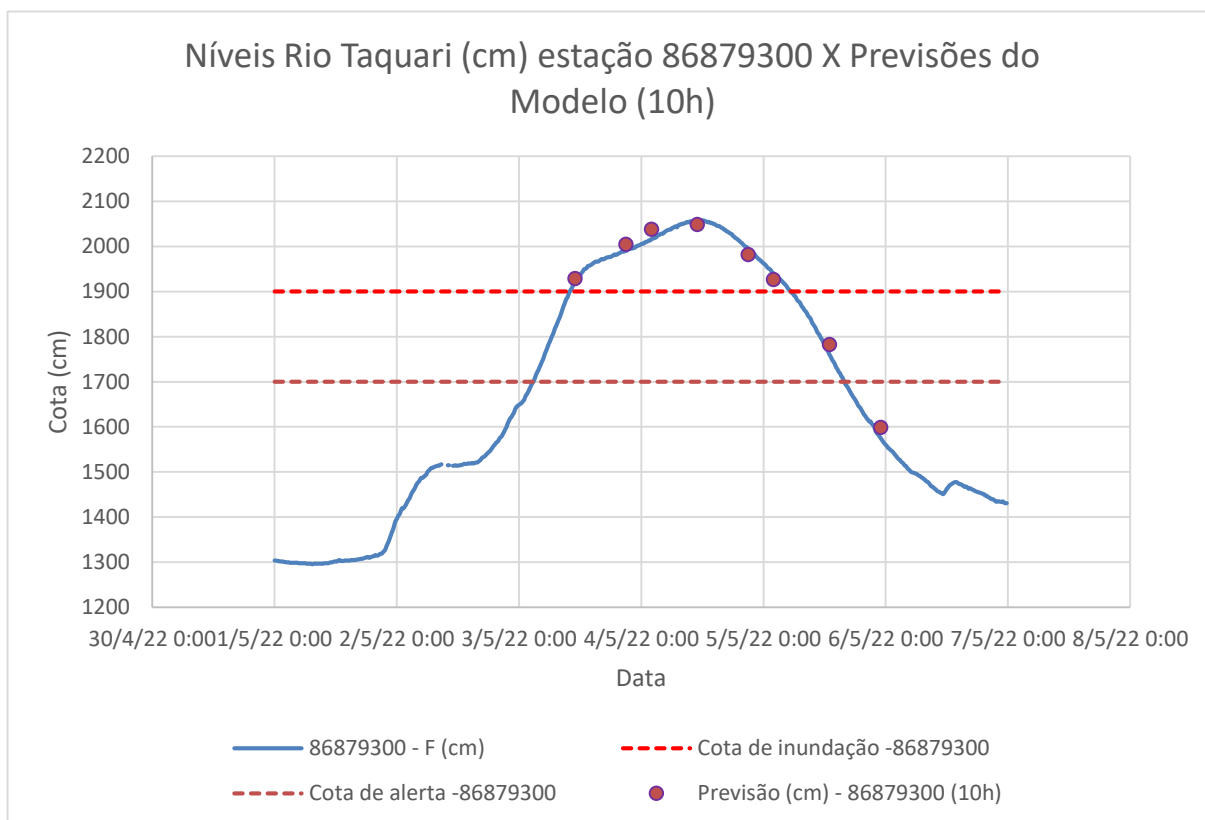


Gráfico 24: Cotagrama das estações 86879300 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 1 de 2022.

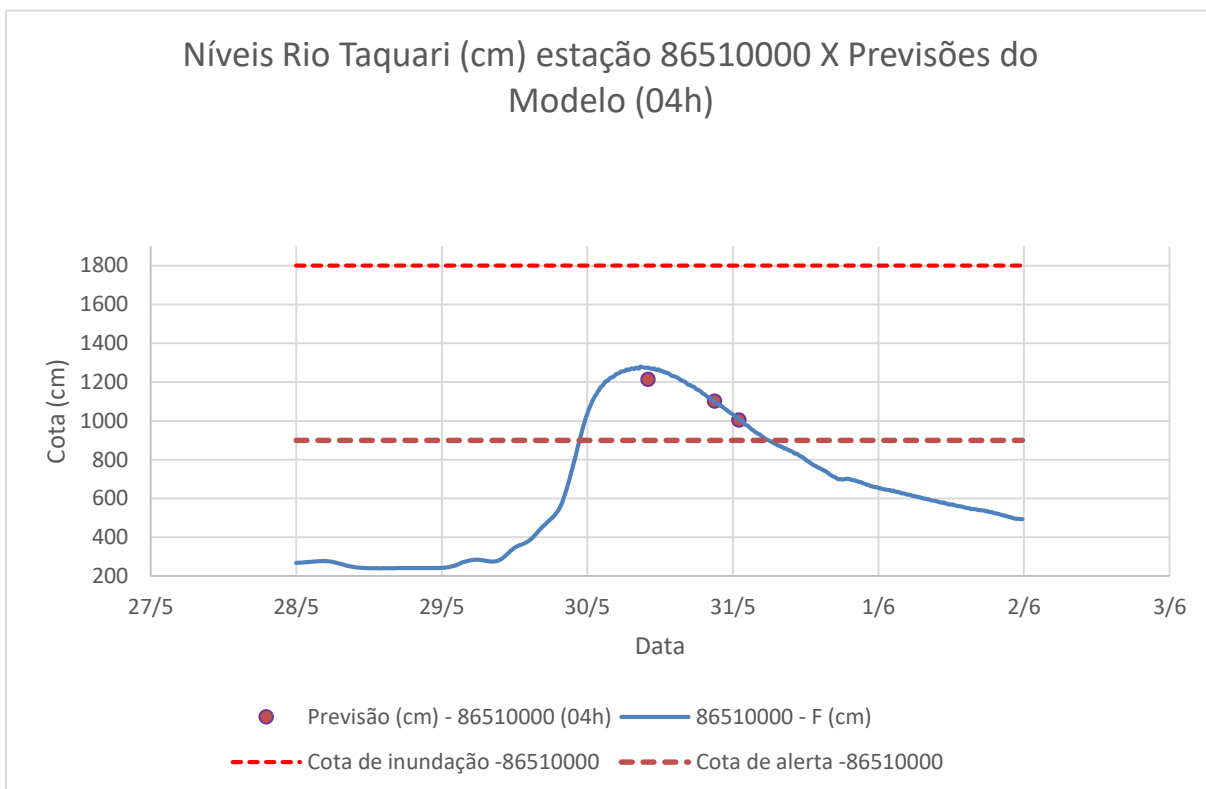


Gráfico 26: Cotagrama das estações 86510000 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 2 de 2022.



Gráfico 25: Cotagrama das estações 86720000 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 2 de 2022.

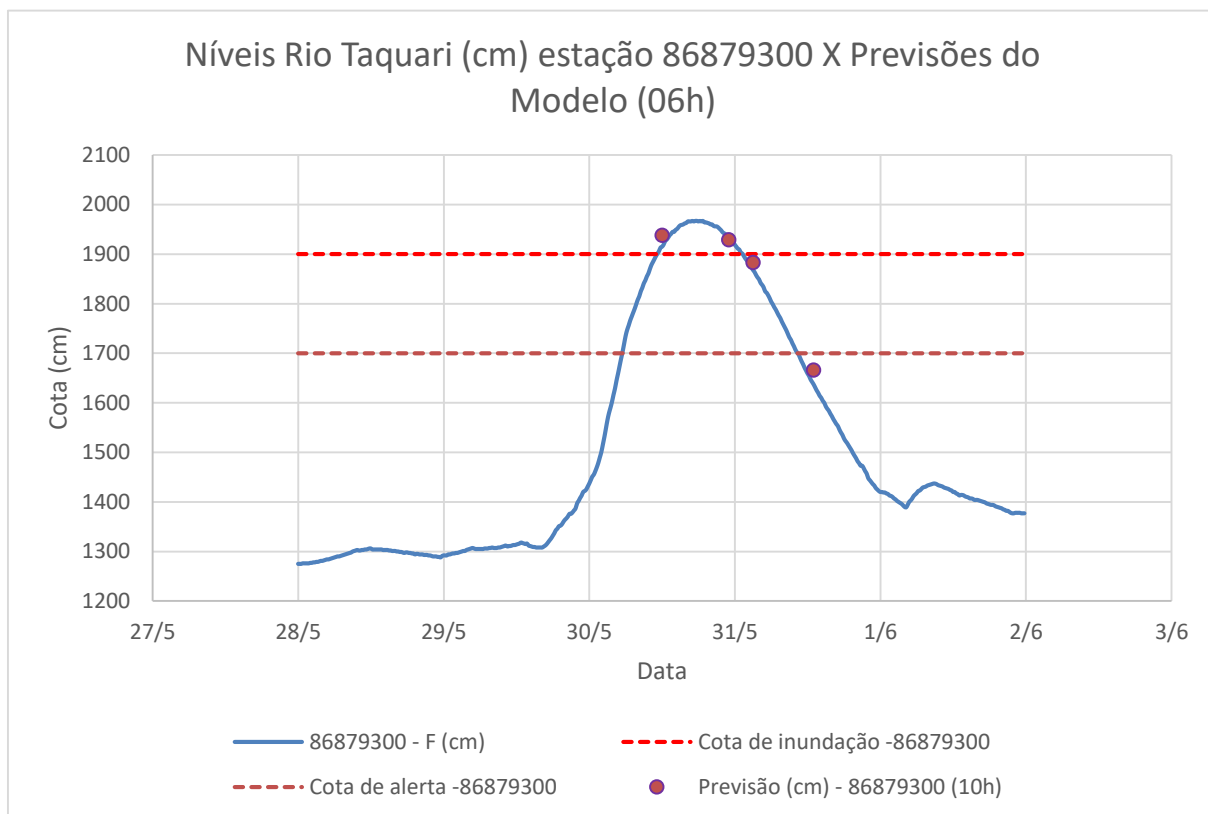


Gráfico 28: Cotagrama das estações 86879300 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 2 de 2022.

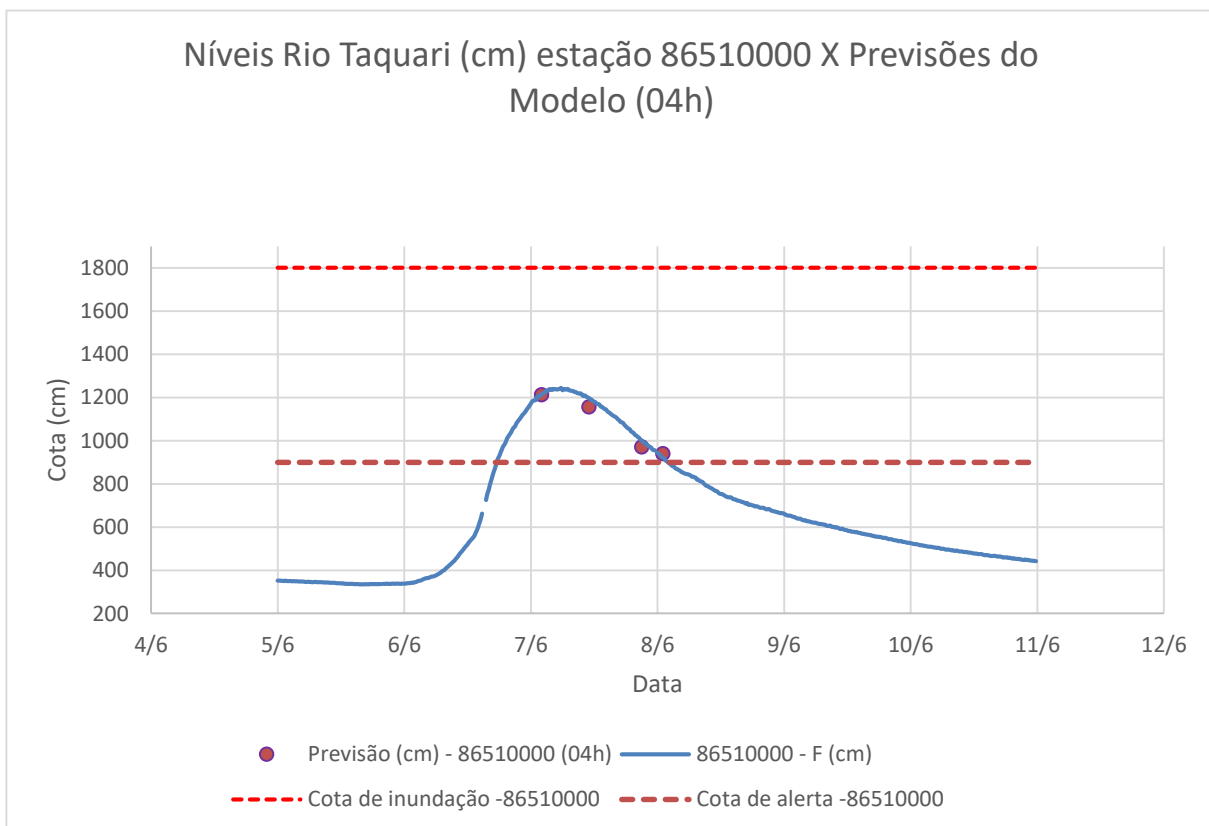


Gráfico 27: Cotagrama das estações 86510000 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 3 de 2022.

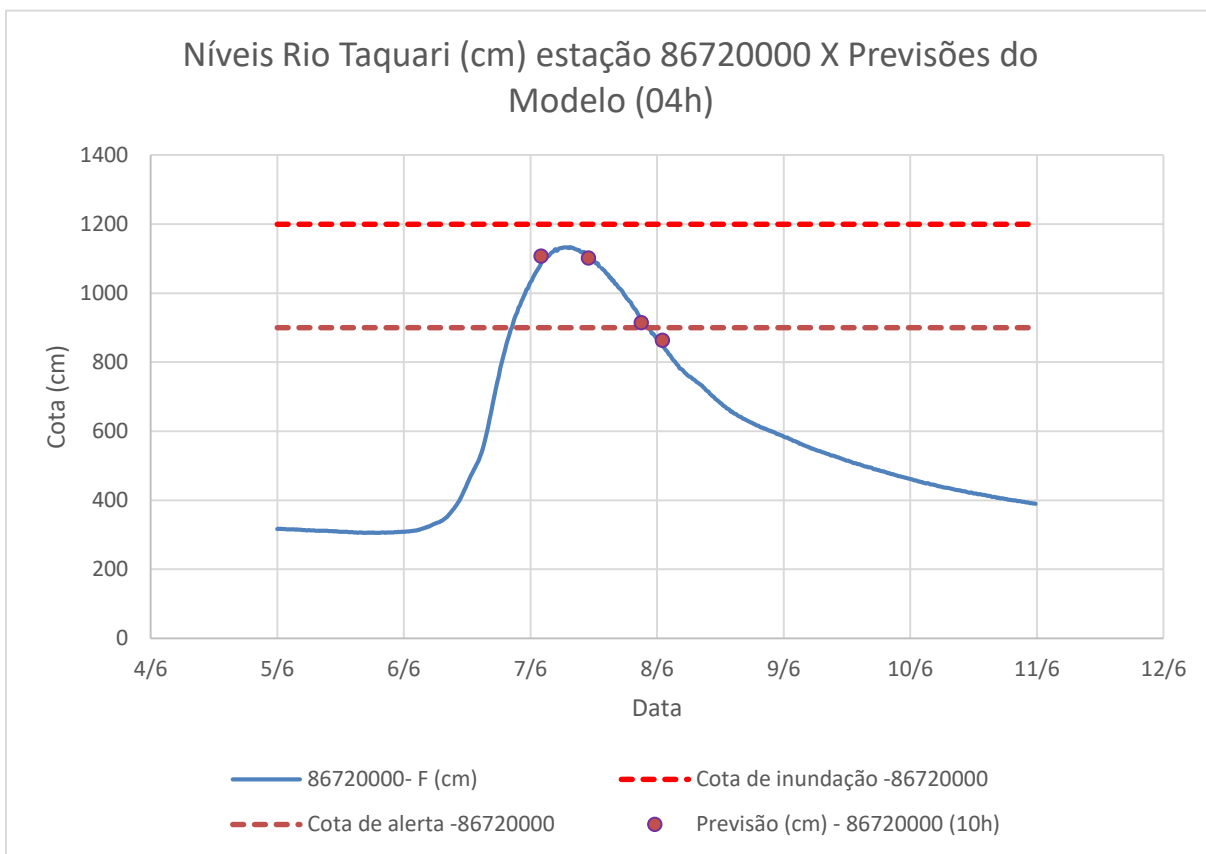


Gráfico 29: Cotagrama das estações 86720000 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 3 de 2022.

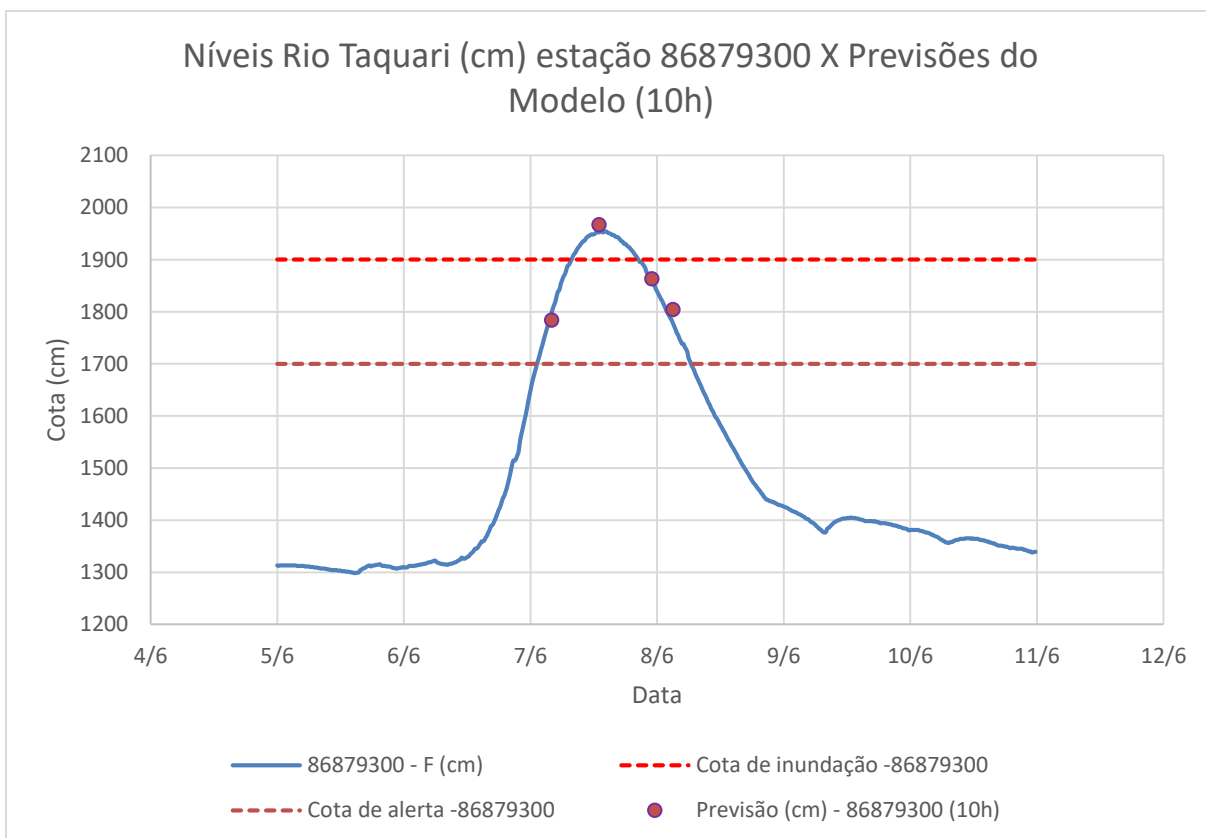


Gráfico 30: Cotagrama das estações 86879300 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 3 de 2022.

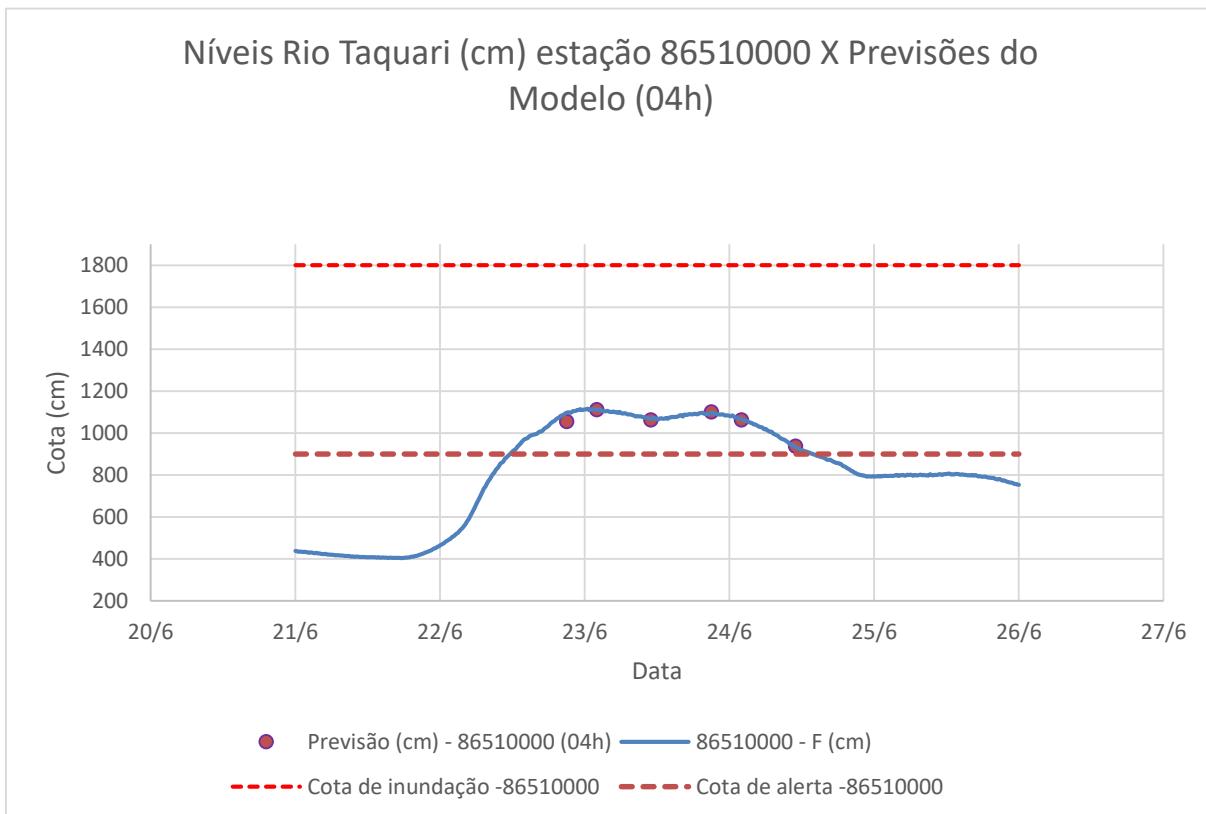


Gráfico 32: Cotagrama das estações 86510000 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 4 de 2022.

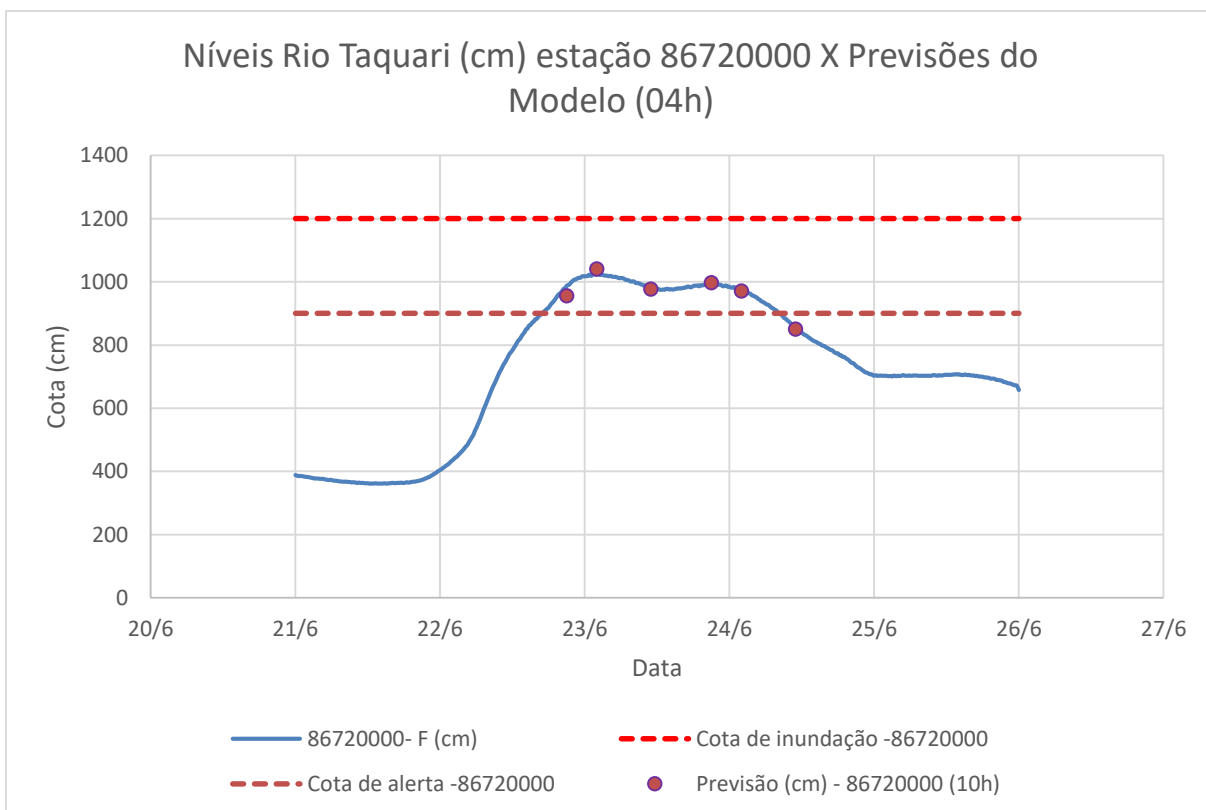


Gráfico 31: Cotagrama das estações 86720000 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 4 de 2022.

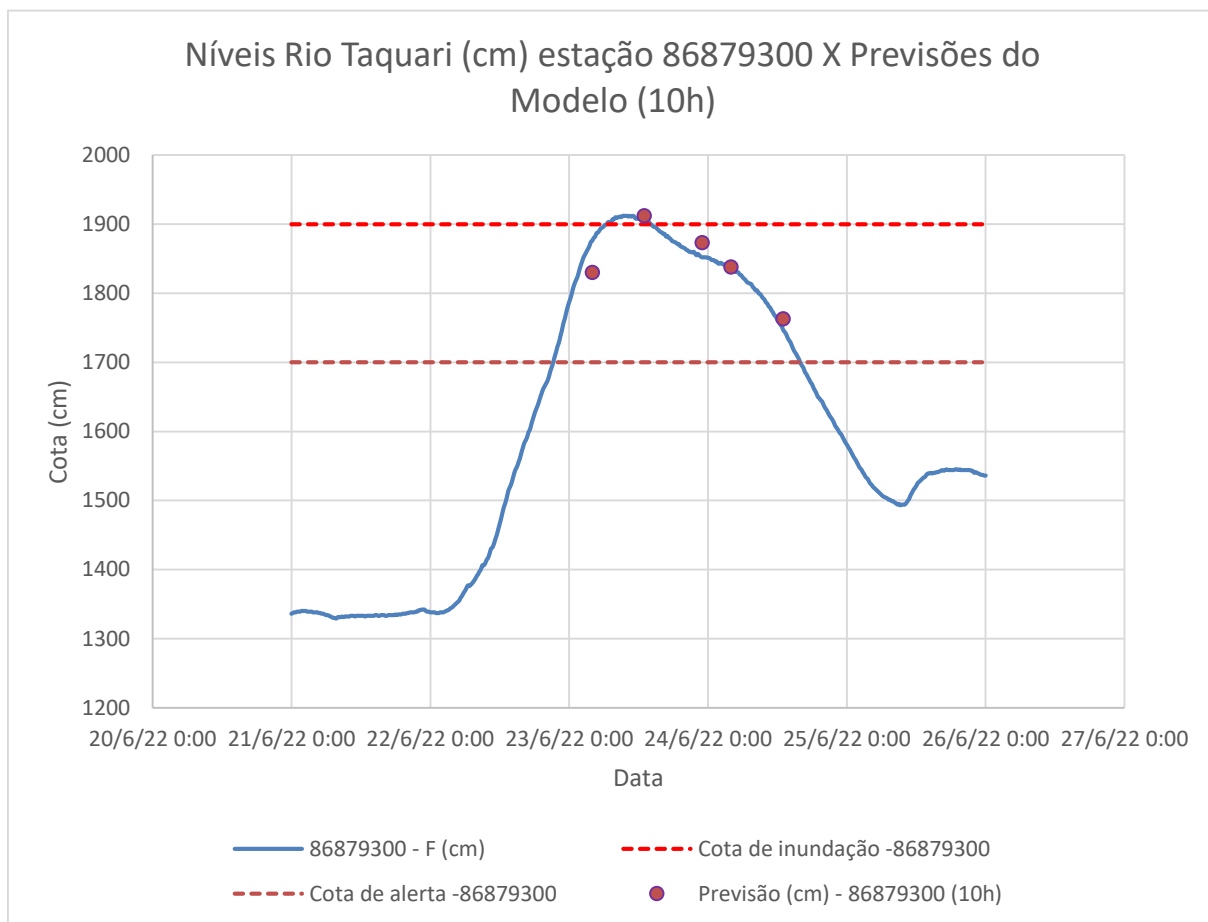


Gráfico 33: Cotograma das estações 86879300 com previsões realizadas durante o evento hidrológico ocorrido no evento 4 de 2022.

6 ATIVIDADES 2022

A seguir estão apresentadas as principais atividades desenvolvidas ao longo do ano de 2022 dentro da operação e área de abrangência do SAH Taquari.

6.1 PARTICIPAÇÃO EM REUNIÕES E ENTREVISTAS

A equipe do SAH-Taquari esteve presente em diversos eventos de forma virtual e presencial ao longo do ano de 2022. Com foco em temas ligados a operação de sistemas de alertas hidrológicos, mapeamento de inundações, coleta e processamento de dados hidrometeorológicos, bem como suporte técnico a prefeituras foi possível contribuir para a capacitação dos membros de defesas civis de vários municípios do estado do Rio Grande do Sul.

Em outubro de 2022 ocorreram entrevistas em rádios, jornais e reuniões de aproximação com as defesas civis locais, para tratar da integração do Serviço Geológico do Brasil e expansão do sistema. Em novembro de 2022 houve a participação da equipe do SAH-Taquari no fórum Understanding Risk promovido pelo banco mundial.



Figura 21: Divulgação sistemas de alerta CPRM no fórum Understanding Risk 2022.

6.2 LEVANTAMENTO E ATUALIZAÇÃO DE COTAS DE INUNDAÇÃO

O SAH-Taquari têm sua rotina, como determinação de escala de plantonistas e emissão de boletins, orientada por níveis linimétricos (cotas) de referência, estes também são utilizados para comunicação da situação hidrológica atual e futura ao público externo. De acordo com Buffon *et al.* (2021), até o ano de 2020, os sistemas

operados pelo Serviço Geológico do Brasil possuíam três níveis de referência: Cota de atenção (Possibilidade moderada de ocorrência de inundação), Cota de Alerta (Possibilidade elevada de ocorrência de inundação) e Cota de Inundação (Cota em que o primeiro dano é observado no município). Esses limiares são definidos conforme metodologia proposta por Germano e Matos (2017), com pequenas adaptações para adequação a realidade local.

Com o intuito de manter os níveis de referência atualizados e compatíveis com as rotinas operacionais das defesas civis locais, durante o mês de março e dezembro, foi realizada campanha de campo, com a finalidade de coleta de pontos de referência para atualização dos níveis de inundação e utilização futura na elaboração de mapas de inundação. Os pontos de controle foram coletados por meio de rastreamento GNSS de precisão (L1/L2) a partir da indicação, pela defesa civil (DC) local, de regiões primeiramente afetadas durante a ocorrência de inundações. Os levantamentos foram realizados nos municípios de Estrela, Taquari, Santa Tereza e Bom Retiro.



Figura 22: Levantamento de zero da régua estação Bom Retiro, Dezembro 2022.

6.3 INSTALAÇÃO DE NOVAS ESTAÇÕES

Visando atender a uma demanda do município de Encantado, para facilitar o acesso à leitura das régua pelo corpo de defesa civil local, em outubro de 2022, foi instalada uma seção de régua linimétrica na área urbana do município. A instalação ocorreu em um, pequeno, porto localizado no bairro de Navegantes, a nova seção replica os dados observados na seção de régua da estação Encantado que fica a jusante da nova seção. A figura 24 ilustra a nova seção de régua. Ainda em outubro foi implantada uma nova estação de monitoramento, atendendo a demanda do município de Santa Tereza (figura 23).



Figura 24: Instalação seção de réguas auxiliar Encantado.



Figura 23: Instalação estação Santa Tereza.

7 CONCLUSÕES

A operação do SAH-Taquari, durante o ano de 2022, alcançou seu objetivo central subsidiando o processo de tomada de decisão, dos agentes responsáveis pelo gerenciamento de situações de risco, com informações de qualidade e em tempo hábil. Durante o período de monitoramento, novembro de 2021 a novembro de 2022, não foram percebidos eventos de grande magnitude. Nas quatro ocasiões onde os níveis de alerta foram atingidos o sistema foi capaz de antever a não superação dos níveis de inundação em Muçum e Encantado e a inundação de pequena magnitude em Estrela. A antecipação da não ocorrência de um evento de maior potencial de danos é importante, uma vez que pode otimizar a logística dos agentes envolvidos, bem como tem potencial de tranquilizar a população das regiões diretamente afetadas.

A operação de 2022 permitiu aprimorar a integração entre os agentes de defesa civil e o Serviço Geológico do Brasil, através da realização reuniões, onde dúvidas e necessidades dos agentes foram compartilhadas. Para o ano de 2022 esperamos ser possível integrar mais municípios ou sistema, expandir sua rede de monitoramento.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (Brasil). **Hidroweb**: Downloads; Inventário Brasília, DF: ANA, 2021. (Atualizado em 05/11/2021). Disponível em :<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/download>. Acesso em: 05 nov. 2021.

ACKER, J. G.; LEPTOUKH, G. “Online analysis enhances use of NASA earth science data”. EOS Transactions American Geophysical Union, v. 88, n. 2. v. 88, n. 2, p.14-17, 2007. DOI 10.1029/2007EO020003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/240492075_Online_analysis_enhances_use_of_NASA_Earth_Science_Data. Acesso em: 07 dez. 2022.

ALMEIDA, D. B.; KOEFENDER, A.; SOUZA, C. J. R.; MARCUZZO, F. F. N. Diagramas unifilares e mapeamento das estações F, FD, P, Pr e barramentos das sub-bacias 70 a 74 no Rio Uruguai. *In*: SIMPÓSIO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 13., 2016, Aracaju. **Anais[...]** Aracaju: ABRH, 2016. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/17189>. Acesso em: 07 dez. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Mapas de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros. Brasília, DF: MMA, 2020. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm?/> Acesso em: 10 dez. 2021.

BUFFON, F. T.; CHAGAS, A.; MATTIUZI, C. D. P.; SILVA, E. D.; MATOS, A. J. S. **Relatório de atividades Departamento de Hidrologia**: sistema de alerta hidrológico da Bacia do rio Taquari. relatório técnico de operação no período de novembro de 2020 a novembro 2021. Porto Alegre: CPRM, 2021. 48 p. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22570>. Acesso em: 10 dez. 2021.

FAVERO, F. A. Um outro olhar para imagens do Ibirapuitã desabrigando famílias. **Portal Alegrete Tudo**, Alegrete, RS, 30 jun. 2021. Disponível em: <https://www.alegretetudo.com.br/um-outro-olhar-para-imagens-do-ibirapuita-desabrigando-familias/>. Acesso em: 10 dez. 2021.

GERMANO, A. O.; MATOS, A. Metodologia para definição de cotas de referência em sistemas de alerta e previsão hidrológica. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017, Florianópolis. **Anais[...]**. Florianópolis: ABRH, 2017. Disponível em: <http://anais.abrh.org.br/works/2975>. Acesso em: 10 dez. 2021.

HUFFMAN, G. J.; STOCKER, E. F.; BOLVIN, D.T.; NELKIN, E. J.; JACKSON, T. GPM IMERG Final Precipitation L3 1 month 0.1 degree x 0.1 degree V06. Greenbelt, MD, Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center, 2019a. Disponível em: 10.5067/GPM/IMERG/3B-MONTH/06. Acesso em: 10 dez. 2022.

HUFFMAN, G. J.; STOCKER, E. F.; BOLVIN, D.T.; NELKIN, E. J.; JACKSON, T. GPM IMERG Late Precipitation L3 1 day 0.1 degree x 0.1 degree V06. Edited by Andrey Savtchenko, Greenbelt, MD, Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC). 2019b. Disponível em: [10.5067/GPM/IMERGDF/DAY/06](https://doi.org/10.5067/GPM/IMERGDF/DAY/06). Acesso em: 10 dez. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Mapa exploratório de solos do estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: IBGE, 2002. Escala 1:250.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades: censo 2010**. Brasília, DF: IBGE, 2010. Disponível em: www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=downloads. Acesso em: 10 dez. 2022.

PINTO, E.J. de A.; AZAMBUJA, A.M.S. de; FARIAS, J.A.M.; PICKBRENNER, K.; SALGUEIRO, J.P.de B.; SOUSA, H.R. **Atlas pluviométrico do Brasil: isoetas mensais, isoetas trimestrais, isoetas anuais, meses mais secos, meses mais chuvosos, trimestres mais secos, trimestres mais chuvosos**. Brasília, DF: CPRM, 2011.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura – SEMA. **G040 - Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas**. Porto Alegre: SEMA, [2020]. Disponível em: <https://sema.rs.gov.br/g040-bh-taquari-antas>. Acesso em: 14 nov. 2021.

ROZANTE, J. R.; MOREIRA, D. S.; GONÇALVES., L. G. G.; VILA, D. A. 2010. Combining TRMM and surface observations of precipitation: technique and validation over South America. **Weather and Forecasting**, v. 25, p. 885-894, 2010.