

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL



NOTA TÉCNICA

Aferição direta e avaliação indireta do nível máximo de rios em estações fluviométricas e marcas de inundação no Rio Grande do Sul na grande cheia de maio de 2024

TECHNICAL NOTE

Direct measurement and indirect assessment of the maximum level of rivers at vertical-staff gage (stage) of gauges and flood marks in Rio Grande do Sul State (south of Brazil) during the great flood of May 2024

13ª Versão / Revisada e Atualizada em 19/11/2025

Novembro, 2025

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**Ministro de Estado**

Alexandre Silveira de Oliveira

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Vitor Eduardo de Almeida Saback

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – SGB**DIRETORIA EXECUTIVA****Diretor-Presidente**

Francisco Valdir Silveira (Interino)

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Francisco Valdir Silveira

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Alice Silva de Castilho (Interina)

Diretor de Administração e Finanças

Alice Silva de Castilho (Interina)

COORDENAÇÃO TÉCNICA	SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE
Chefe do Departamento de Hidrologia	Superintendente
Andrea de Oliveira Germano	Lucy Takehara Chemale
Chefe da Divisão de Hidrologia Aplicada	Gerência e Supervisão de Hidrologia
Emanuel Duarte Silva	Marcia Conceição Rodrigues Pedrollo Adriana Burin Weschenfelder

EQUIPE DO SGB RESPONSÁVEL PELO LEVANTAMENTO DE CAMPO

Rubens Esteves Kenup	Christian Cardoso Acosta
Heber Paz Zanetti	Cezar Augusto Petersen
Lavitor Benvenutti	Max Frederico Pinto Alves
Eduardo da Silveira Wilson	Patrícia Wagner Sotério
Matias Pacheco de Oliveira	João de Freitas Nascente
Ivonei Scarabelot	José Arcinei Bardini
Juarez dos Santos Marin	Marcos Aurélio Silva de Araujo
Ricardo Moreira	Alexandre Ritter Wolkman
Francisco Fernando Noronha Marcuzzo	

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – SGB.

Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

Serviço Geológico do Brasil – SGB.

www.sgb.gov.br / seus@sgb.gov.br

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 Hidrologia Aplicada

Programa de Gestão de Risco e Desastres

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

**NOTA TÉCNICA: Aferição direta e avaliação indireta
do nível máximo de rios em estações fluviométricas
e marcas de inundação no Rio Grande do Sul na
grande cheia de maio de 2024**

**TECHNICAL NOTE: Direct measurement and indirect
assessment of the maximum level of rivers at
vertical-staff gage (stage) of gauges and flood marks
in Rio Grande do Sul State (south of Brazil) during**

AUTORES

Francisco Fernando Noronha Marcuzzo
Rubens Esteves Kenup
Heber Paz Zanetti
Lavitor Benvenutti
Matias Pacheco de Oliveira
Eduardo da Silveira Wilson
Christian Cardoso Acosta
Rejane Bao

13ª Versão / Revisada e Atualizada em 19/11/2025

**Porto Alegre
Novembro, 2025**



SUMÁRIO

	RESUMO.....	5
	ABSTRACT	6
1	INTRODUÇÃO.....	7
1.1.	BACIAS E SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS do estado do rio grande do sul....	9
1.2.	OS SISTEMAS DE ALERTAS HIDROLÓGICOS DO TAQUARI, CAÍ E URUGUAI NA CHEIA.....	11
1.3.	RESUMO DO ACUMULO DE CHUVA DA GRANDE INUNDAÇÃO DE MAIO DE 2024	12
2	METODOLOGIA UTILIZADA NOS LEVANTAMENTOS DOS NÍVEIS DA INUNDAÇÃO.....	12
3	DADOS OBTIDOS COM O LEVANTAMENTO NA BACIA DO RIO CAÍ.....	14
4	DADOS OBTIDOS COM O LEVANTAMENTO NA BACIA DO RIO TAQUARI .	15
4.1	DADOS OBTIDOS COM O LEVANTAMENTO EM MUÇUM	18
4.2	DADOS OBTIDOS COM O LEVANTAMENTO EM ENCANTADO	20
4.3	DADOS OBTIDOS COM O LEVANTAMENTO EM ESTRELA E LAJEADO	23
4.4	DADOS OBTIDOS COM O LEVANTAMENTO EM BOM RETIRO DO SUL E NO DISTRITO DE MARIANTE, PERTENCENTE AO MUNICÍPIO DE VENÂNCIO AIRES	30
5	DADOS OBTIDOS COM O LEVANTAMENTO DE MARCAS DE CHEIA EM ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS EM OUTRAS SUB-BACIAS NO RIO GRANDE DO SUL	32
6	INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
	AGRADECIMENTOS	61
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA DESTA NOTA TÉCNICA	62
	APÊNDICE I – Diagrama Unifilar com os Afluentes do Delta do Jacuí e Imagens de Satélite	63
	APÊNDICE II – Fotos da Grande Cheia de Maio de 2024 no Município de Lajeado / RS	66

RESUMO

A grande inundação histórica ocorrida no estado do Rio Grande do Sul, no mês de maio de 2024, considerada até o momento desta publicação a maior cheia histórica do Rio Grande do Sul e, possivelmente, a maior do Brasil, afetou principalmente a parte do estado inserido na Bacia do Atlântico – Trecho Sudeste (bacia 8). Frente a necessidade de coletar em campo informações precisas das marcas de cheia dos rios, para se estabelecer, de forma confiável, os níveis em que as águas dos rios chegaram em estações fluviométricas, e de alguns municípios atingidos, o Departamento de Hidrologia (DEHID) do Serviço Geológico do Brasil (SGB) tomou a iniciativa de coordenar suas equipes de campo para a execução destes levantamentos concomitantemente ao trabalho de reconstrução das estações fluviométricas e pluviométricas atingidas. Na aferição dos níveis máximos (marcas de cheia) dos rios com estações fluviométricas, operadas pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB), em parceria com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), utilizou-se a técnica de topografia de nivelamento geométrico, relacionando todas as medidas a um mesmo referencial vertical. Nos nivelamentos das marcas de cheia dos rios nos municípios de Muçum, Encantado, Estrela, Lajeado e Bom Retiro do Sul, na bacia hidrográfica do rio Taquari, foi utilizado rastreamento GPS RTK prolongado para determinar a altitude normal vinculada ao modelo *geoidal hgeoHNOR_IMBITUBA*, fornecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os valores dos níveis máximos dos rios, durante a grande cheia de maio de 2024, nivelados nas estações fluviométricas no Rio Grande do Sul, operadas pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB) são apresentados no texto e na forma de tabelas no decorrer desta nota técnica.

ABSTRACT

The major historic flood that occurred in the state of Rio Grande do Sul in May 2024, considered to date the largest flood in history in Rio Grande do Sul and possibly the largest in Brazil, mainly affected the part of the state that is part of the Atlantic Basin – Southeast Section (basin 8). Faced with the need to collect accurate information on the flood levels of rivers in the field, in order to reliably establish the levels at which the river waters reached fluvimetric gauges and in some affected municipalities, the Hydrology Department (DEHID) of the Brazilian Geological Survey (SGB) took the initiative to coordinate its field teams to carry out these surveys simultaneously with the work of reconstructing the affected fluvimetric and rainfall gauges. In measuring the maximum levels (flood marks) of rivers with fluvimetric gauges operated by the Geological Survey of Brazil (SGB), in partnership with the National Water and Sanitation Agency (ANA), the geometric leveling topography technique was used, relating all measurements to the same vertical reference. In leveling the flood marks of rivers in the municipalities of Muçum, Encantado, Estrela, Lajeado and Bom Retiro do Sul, in the Taquari River basin, extended RTK GPS tracking was used to determine the normal altitude linked to the *hgeoHNOR_IMBITUBA geoidal model*, provided by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). The values of the maximum levels of rivers, during the great flood of May 2024, at the fluvimetric gauges in Rio Grande do Sul, operated by the Geological Survey of Brazil (SGB), are presented in the text and in the form of tables throughout this technical note.

1 INTRODUÇÃO

A maioria dos municípios do Rio Grande do Sul, entre o final de abril e o início do mês de maio de 2024, passou pelo maior evento de inundação já registrado no Estado. O pico da inundação na bacia do Taquari e Caí, que foram duas das mais afetadas, entre outras bacias, ocorreu entre os dias 01 e 03 de maio de 2024. Como consequência deste desastre hidrológico, sem precedentes registrados nas séries históricas das estações fluviométricas no Rio Grande do Sul, a maioria das Plataformas de Coleta de Dados (PCDs), com telemetria operadas pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB), e de outros órgãos governamentais e privados, foram levados pela correnteza dos rios ou sofreram danos severos nos equipamentos, como nos sensores de níveis dos rios. Por conseguinte, a operação dos Sistemas de Alertas Hidrológicos (SAHs) das bacias dos rios Taquari e Caí, feita pelo SGB, foi seriamente comprometido durante o evento catastrófico que assolou a maior parte do Rio Grande do Sul em maio de 2024, dificultando e, em determinados locais, impedindo a previsão de cotas.

Diante desta situação, e a fim de gerar dados públicos de cotas do evento de inundação do início de maio de 2024, o Serviço Geológico do Brasil executou vários levantamentos de cotas em pontos registrados da cheia em alguns dos municípios atingidos na bacia do rio Taquari. Equipes do SGB, que estavam em campo durante o evento, contribuíram para registrar a maior cota atingida pelos rios no decorrer da inundação. Outros registros que marcam a maior cota da cheia, em várias localidades da bacia do Taquari, foram obtidos com ajuda das prefeituras, universidades e a população local em geral. Os levantamentos das marcas de cheia foram executados entre maio e julho de 2024, com início durante o processo de descenso do rio Taquari, indo até o processo de início de reconstrução das estações utilizadas nos SAHs e da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN).

Importante ressaltar que o Serviço Geológico do Brasil possuía equipes no campo que estavam executando outros serviços que, mediante a força e intensidade do que estava ocorrendo, foram deslocadas e/ou, se já no próprio local, reaproveitadas para o acompanhamento da inundação na bacia, o que corroborou para vários registros das marcas da cheia por todo o estado do Rio Grande do Sul.

Igualmente importante registrar, é o outro evento de inundação que ocorreu entre os dias 11 e 14 de maio de 2024, que, apesar de bem menor que o que ocorreu entre 01 e 03 de maio de 2024, também atingiu cotas elevadas de inundação nos municípios da bacia do rio Taquari, que, por já estarem em situação de calamidade, fez com que perdurasse os efeitos da grande cheia anterior. Nota-se que, o pico da cheia, de maio de 2024, ocorreu em Porto Alegre dias após serem registrados os picos nas bacias de contribuição do Delta do Jacuí e do Guaíba. Já os picos nos municípios com influência direta das águas da Laguna dos Patos, onde desemboca as águas do Guaíba, ocorreram nos dias seguintes após o pico na capital Porto Alegre.

Do mesmo modo importante registrar, é que, em algumas regiões, como no trecho da bacia do Taquari, entre a UHE 14 de Julho e o encontro das águas do rio Guaporé no rio Taquari, a inundação ocorrida entre 04 e 05/09/2023 foi maior que a ocorrida entre 01 e 03 de maio de 2024, conforme será melhor descrito nesta Nota Técnica, mostrando os dados dos nivelamentos de marcas de cheia das estações fluviométrica Linha José Júlio, Santa Tereza e Muçum.

Portanto, ressalta-se que, a presente nota técnica, tem o objetivo direto e específico de informar a cota e a localização de marcas de cheia registradas pelo próprio Serviço Geológico do Brasil e/ou pelas prefeituras, universidades ou a população local, e que foram levantadas por equipes técnicas de funcionários do Serviço Geológico do Brasil, não só na bacia hidrográfica do rio Taquari e Caí, mas nas outras bacias do estado do Rio Grande do Sul, referente ao evento da grande inundação ocorrida no início de maio de 2024.

1.1. BACIAS E SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

O estado do Rio Grande do Sul, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), possui uma população no último censo de 2022 de 10.882.965 pessoas e uma população estimada para 2024 de 11.229.915 pessoas. A área do Rio Grande do Sul é de 281.737,89 km², resultando em uma densidade demográfica em 2022 de 38,63 hab.(km²)⁻¹, distribuídos em 497 municípios.

A Figura 1 apresenta diferentes alternativas de divisão do estado do Rio Grande do Sul por bacias e sub-bacias hidrográficas (Marcuzzo, 2017; 2018), uma nacional e outra estadual, visando, única e exclusivamente, mostrar duas diferentes opções de delimitação de área de estudo para diferentes usuários em qualquer área de interesse dos dados de níveis de marcas de cheia aqui apresentados. O mapa da Figura 1 pode ser baixado em alta resolução pelo Repositório Institucional de Geociências do SGB em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/19906>.

No nível estadual, o território físico do Rio Grande do Sul, conforme mostra a Figura 1, é dividido em três grandes bacias hidrográficas: a do Rio Uruguai, que está inserida na bacia hidrográfica na parte nacional do rio Uruguai, a do Guaíba e a Litorânea, sendo que estas duas últimas estão inseridas, na classificação nacional, na bacia hidrográfica do Atlântico – Trecho Sudeste (bacia 8), que foi a parte do estado do Rio Grande do Sul mais afetada pela grande inundação de maio de 2024.

A bacia hidrográfica do Uruguai, o mais extenso do estado do Rio Grande do Sul, é formada principalmente pelo próprio rio Uruguai, que é denominado com este nome após o encontro das águas dos rios Pelotas (sub-bacia 70) e Canoas (sub-bacia 71). O talvegue do rio Uruguai, que serve de divisa entre os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e, depois da confluência com o rio Peri-Guaçu (que serve de divisa física entre Santa Catarina e a Argentina), e serve também como divisa física entre o estado do Rio Grande do Sul e a Argentina, desemboca na junção do rio Paraná e do rio da Prata, entre o Uruguai e a Argentina. Os principais afluentes do rio Uruguai, do lado do Rio Grande do Sul, são os rios Inhandava, Erechim, Passo Fundo, Várzea, Ijuí, Piratini, Jaguari, Santa Maria, Ibirapuitã, Ibicuí e Quaraí (Marcuzzo, 2016; 2017; 2018).

Considerando a grande bacia do Atlântico – Trecho Sudeste (bacia 8), a bacia hidrográfica do Guaíba no Rio Grande do Sul abrange 251 municípios, a qual inclui a capital Porto Alegre. Os principais cusos d'água da bacia do Guaíba são: Gravataí, Sinos, Caí, Taquari, Antas, Jacaí, Vacacaí e Pardo (Marcuzzo, 2017; 2018).

A bacia hidrográfica litorânea do Rio Grande do Sul é formada por um conjunto de bacias cujas águas desaguam diretamente no Oceano Atlântico. Os principais rios da bacia hidrográfica litorânea, no estado do Rio Grande do Sul, são: Tramandaí, Camaquã, Mirim, São Gonçalo e Mampituba, este último servindo de divisa física entre o litoral norte do Rio Grande do Sul com o litoral sul de Santa Catarina.

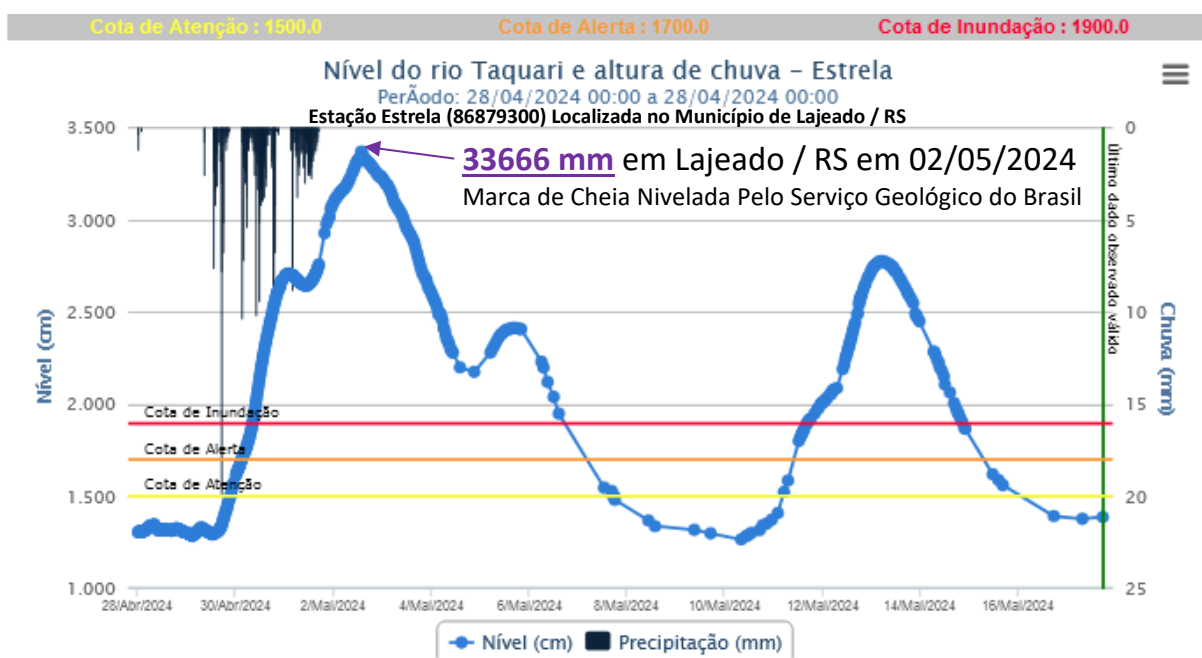
[illegible]

1.2. OS SISTEMAS DE ALERTAS HIDROLÓGICOS DO TAQUARI, CAÍ E URUGUAI NA CHEIA

Durante este evento de inundação, o Serviço Geológico do Brasil emitiu 28 boletins de alerta hidrológico do SAH do Taquari (www.sgb.gov.br/sace/taquari), sendo o primeiro emitido as 6h00 do dia 30/04/2024 e o último as 22h00 do dia 06/05/2024. Já na bacia do rio Caí, o Serviço Geológico do Brasil emitiu 12 boletins de alerta hidrológico do SAH do Caí (www.sgb.gov.br/sace/cai), sendo o primeiro emitido as 21h00 do dia 29/04/2024 e o último as 17h00 do dia 03/05/2024. Na bacia do rio Uruguai, que não foi tão severamente afetada neste evento como as bacias do Taquari e Caí, o Serviço Geológico do Brasil emitiu ininterruptamente 84 boletins de alerta hidrológico do SAH Uruguai (www.sgb.gov.br/sace/uruguai), contando das 21h00 do dia 29/04/2024 até as 1600 do dia 01/06/2024. Nota-se que, devido a resposta lenta dos níveis do rio Uruguai na parte baixa da bacia em território brasileiro, tanto no processo de ascensão dos níveis como no de descenso, o mesmo permaneceu em alerta por um tempo prolongado, visto que houve precipitações pluviométricas significativas no Alto e Médio Uruguai durante quase todo o mês de maio de 2024.

Durante o evento, o Serviço Geológico do Brasil possuía equipes no campo que conseguiram acompanhar o evento da inundação nas bacias, o que corroborou para vários registros de marcas da cheia. No município de Lajeado, por exemplo, havia uma equipe no campo para fazer um levantamento digital do terreno, na bacia do Taquari, que, devido ao evento e à perda do sensor e dos equipamentos de telemetria, foi reaproveitada para o monitoramento em tempo real das cotas do rio Taquari na localidade. Com isso foi possível, como pode-se observar na Figura 2, registrar em campo as cotas de ascensão e descenso do rio Taquari em Lajeado (estação Estrela 86879300) na grande cheia de 01 a 03 de maio de 2024 e de 11 a 14 do mesmo mês.

Figura 2. Gráfico gerado pelo SACE-SGB mostrando as cotas de 02 e de 13/05/2024.



1.3. RESUMO DO ACUMULO DE CHUVA DA GRANDE INUNDAÇÃO DE MAIO DE 2024

Em nota técnica (Collischonn *et al.*, 2024) publicada pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em trabalho conjunto com pesquisadora do Serviço Geológico do Brasil, concluiu-se que choveu mais no período que antecedeu a enchente da bacia hidrográfica do Guaíba em maio 2024 do que na grande cheia de maio de 1941 (Silveira, 2020). Segundo publicado na nota técnica, no evento de 2024 a chuva sobre a bacia hidrográfica do Guaíba iniciou, efetivamente, no dia 04 de abril, mas ainda de forma relativamente fraca, prosseguindo com algumas interrupções até o dia 27 de abril. Com isto verifica-se que o solo da bacia já vinha em processo de grande acumulo de umidade. Observa-se na nota técnica que, entre o final de abril e o dia 03 de maio, a chuva acumulada teve seu volume aumentado muito rapidamente, e já no dia 05 de maio de 2024, data da ocorrência do nível máximo do rio Guaíba em Porto Alegre, a chuva acumulada na bacia hidrográfica já atingia o volume médio de 652 mm. Os autores concluem, de forma objetiva que, a chuva que resultou na cheia de 2024 na bacia hidrográfica do Guaíba, foi maior do que a chuva que resultou na cheia de 1941.

2 METODOLOGIA UTILIZADA NOS LEVANTAMENTOS DOS NÍVEIS DA INUNDAÇÃO

As informações de cotas das manchas de inundação aqui apresentadas, foram coletadas de duas formas. A primeira foi utilizando nível topográfico, que é um instrumento ótico, muito utilizado na instalação e manutenção de réguas linimétricas em estações fluviométricas. O nível topográfico possui o objetivo de determinar a diferença de nível (cota) existente entre dois pontos topográficos quaisquer, como neste caso, que foi determinar a diferença de nível entre as réguas linimétricas existentes (RN – Referência de Nível) e a marca de cheia, visto que, próximo a maior parte das estações fluviométricas, a inundação atingiu cotas que não haviam réguas linimétricas instaladas. Foi realizado um levantamento (Figuras 3 e 4) com GPS-RTK [Global Position System - Real Time Kinematic (Sistema de Posicionamento Global - Posicionamento Cinemático em Tempo Real) para levantamento de pontos de interesse e definição de altitude normal baseada no modelo geoidal hgeoHNOR_IMBITUBA, fornecido pelo IBGE. Assim, para determinação das coordenadas planialtimétricas das marcas deixadas pela grande cheia de maio de 2024, foram utilizados um par de receptores GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite) com a metodologia denominada Estático Rápido. Tal metodologia se caracteriza por uma “base” onde um dos equipamentos fica coletando dados de satélites por um longo período de tempo, pelo menos quatro horas ininterruptas, em local de boa recepção de satélites, enquanto o receptor móvel ocupa por alguns poucos minutos (5 a 10 minutos) o ponto que se quer determinar as coordenadas (latitude, longitude e altitude). As coordenadas das “bases” foram determinadas pelo método denominado PPP (Posicionamento por Ponto Preciso) no site (<https://servicodados.ibge.gov.br/api/docs/ppp?versao=1>) do IBGE (Instituto

Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2023) e o processamento dos pontos das marcas de cheia através do programa computacional TBC (*Trimble Business Center*). Com o objetivo de manter o padrão utilizado na Rede Hidrometeorológica Nacional, os valores das finais das altitudes foram baseados no modelo geoidal MAPGEO2015 (IBGE), tendo como resultado altitudes ortométricas.

Figura 3. Levantamento com GPS-RTK na estrutura da eclusa de Bom Retiro do Sul.



Figura 4. Levantamento com GPS-RTK na cidade de Bom Retiro do Sul (a) e em Lajeado (b).



3 DADOS OBTIDOS COM O LEVANTAMENTO NA BACIA DO RIO CAÍ

A área de drenagem do rio Caí, segundo a publicação de Tschiedel, Pickbrenner e Marcuzzo (2012), é de 4.976 km². Abaixo segue a Tabela 1 com as informações resumidas do levantamento dos níveis da grande cheia de maio de 2024, nas estações fluviométricas operadas pelo SGB na bacia do rio Caí, detalhando os dados do nivelamento. As informações simples da cota nivelada, sem os detalhes de ré e vante dos RNs (Referencias de Níveis) no nivelamento das cotas, também constarão mais adiante na Tabela 8 desta nota técnica. Os dados são em relação aos RNs / seções de réguas das respectivas estações fluviométricas.

Tabela 1. Dados de cotas niveladas, da grande cheia de maio de 2024, em estações fluviométricas da bacia do rio Caí, operadas pelo Serviço Geológico do Brasil.

Nome da Estação Fluviométrica	Código	RN da Estação	Ré	PR	Vante	Cota (mm)	Cota (m)
Barca do Caí	87170000	11525	1289	12814	*(-4694)	17508	17,51
Costa do rio Cadeia Montante	87230000	12115	1885	14000	1840	12160	12,16
Linha Gonzaga	87150000	8670	1365	10035	719	9316	9,32
Nova Palmira	87160000	9812	2550	12362	1585	10777	10,78
Vale Real	87163000	-	-	-	-	15714	15,71
Passo Montenegro	87270000	8755	968	9723	*(-300)	10023	10,02
São Vendelino	87168000	7040	600	7640	1278	6362	6,36

*Régua invertida.

**Estação fluviométrica em fase de implementação, sem código até a presente data desta versão desta nota técnica.

4 DADOS OBTIDOS COM O LEVANTAMENTO NA BACIA DO RIO TAQUARI

Considerando a área de drenagem da bacia do rio Taquari, que segundo a publicação de Melati e Marcuzzo (2015) é de 26.373 km², foi mapeado uma pequena porção de terreno com as cotas máximas atingidas na grande inundação de maio de 2024. Goldenfum *et al.* (2023), Marcuzzo e Pinto (2024) e Soares e Marcuzzo (2024) publicaram informações sobre as inundações de 2023 e 2024, importantes para o entendimento dos dados de cotas de marcas de cheia aqui publicados.

A Tabela 2 mostra as cotas/níveis da estação fluviométrica Linha José Júlio (86472000), localizada nas coordenadas -29°05'52''S e -51°41'59''O. Os dados foram obtidos por nivelamento topográfico e pelo equipamento automático do sensor de nível, nas inundações de 04/09/2023, 18/11/2023 e 01/05/2025.

Tabela 2. Dados de cotas/níveis da estação fluviométrica Linha José Júlio (86472000; -29°05'52''S e -51°41'59''O), Santa Tereza (86472600; -29°10'41'' e -51°43'56'') e Muçum (86510000; -29°10'02'' e -51°52'07'') nas inundações de setembro e novembro de 2023 e na de maio de 2024.

Data da Inundação e Possível Horário do Pico, Segundo o Equipamento Automático	Marca de Cheia Nivelada e/ou Lida na Seção de Réguas	Nível Registrado Pelo Equipamento Automático (hidrotelemetria)	Diferença Entre a Marca de Cheia Nivelada / Lida e o Equipamento Automático
----- m -----			
Estação Fluviométrica Linha José Júlio (86472000)			
04/09/2023 as 22h30min	27,76	27,73	-0,03
18/11/2023 as 19h30min	*	25,15	-
01/05/2024 as 16h45min	25,82	25,13	-0,69
Estação Fluviométrica Santa Tereza (86472600)			
09/2023	24,04	-	-
18/11/2023 as 20h45min	*	21,61	-
02/05/2024 as 08h15min	**22,42	**22,33	+0,09
Estação Fluviométrica Muçum (86510000)			
05/09/2023 as 02h30min	26,11	**	-
18/11/2023 as 23h45min	*	23,02	-
02/05/2024	26,00 (Madrugada)	***25,57 (7h30min)	+0,43

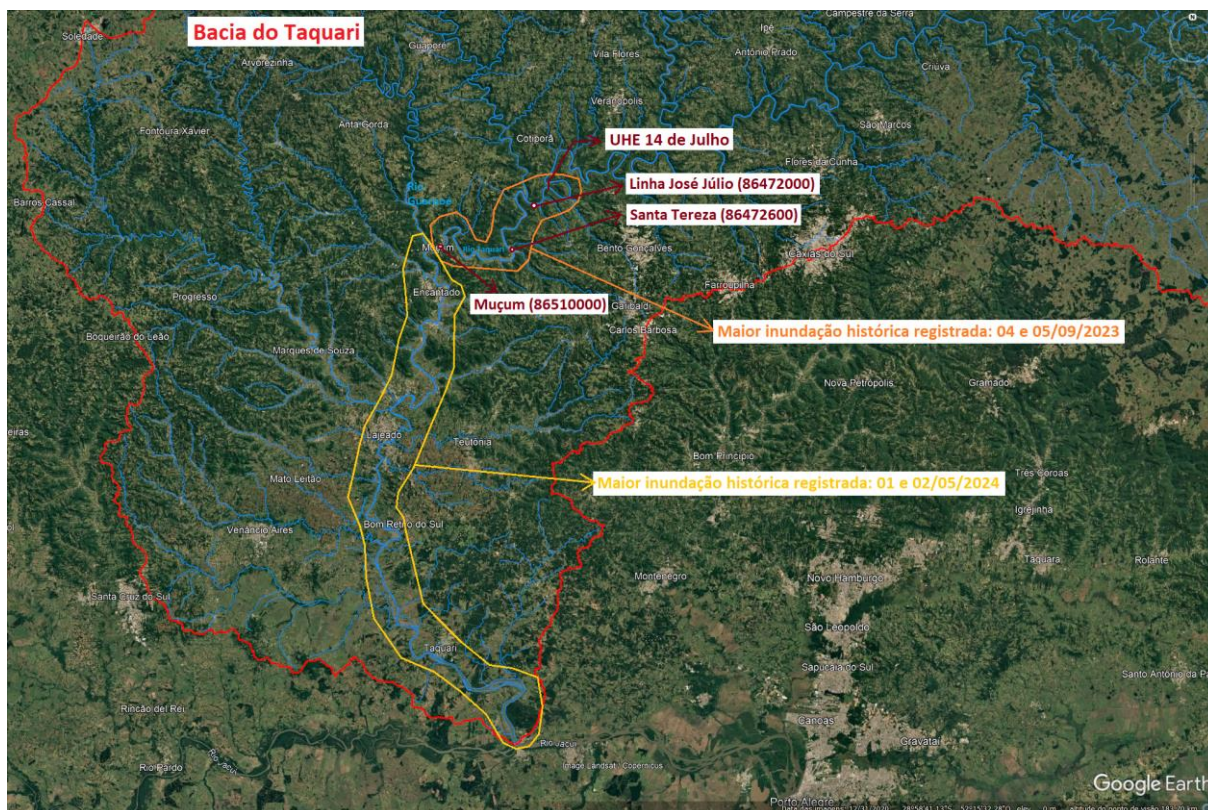
* Sem registro de nivelamento até o momento desta nota técnica.

** Na estação Santa Tereza (86472600), o equipamento telemétrico/PCD registrou o nível do rio Taquari acima de 21,00 m por 30 horas consecutivas, das 15h45min de 01/05/2024 as 21h45min do dia 02/05/2024, apresentando quatro picos de cota semelhantes neste período: 21,98 m (19h15min, 01/05/2024); 22,33 m (08h15min, 02/05/2024); 22,32 m (16h30min e 17h00, 05/05/2024).

*** Na estação Muçum (86510000) o equipamento telemétrico/PCD parou de funcionar as 19h30min de 04/09/2023, registrando, neste momento, o nível de 21,79 m.

Nota-se na Tabela 2 que o nível do rio das Antas, na inundação de 04/09/2023, atingiu um nível mais elevado (27,76 m) do que na inundação de 01/05/2024 (25,82 m), ficando 1,94 m acima em 04/09/2023 em relação ao nível de 01/05/2024. O mesmo ocorreu com a estação fluviométrica de Santa Tereza (86472600), que teve o nível da marca de cheia de maio de 2024 de 22,42 m, enquanto na inundação de setembro de 2023, o nível do rio Taquari chegou a 24,04 m, ou seja, em Santa Tereza o nível do rio Taquari ficou 1,62 m mais elevado na inundação entre 04 e 05/09/2023 (24,04 m) em relação a inundação entre 01 e 02/05/2024 (22,42 m). O mesmo também ocorreu com a estação fluviométrica Muçum (86510000), que teve o nível registrado, pelo leiturista (na ocasião, o próprio prefeito em exercício de Muçum), de 26,00, na inundação de maio de 2024, enquanto na inundação de setembro de 2023, o nível do rio Taquari teve sua marca de cheia nivelada em 26,11 m, ou seja, em Muçum o nível do rio Taquari ficou 0,11 m mais elevado na inundação de 05/09/2023 (26,11 m) em relação da inundação de 02/05/2024. Conforme pode ser observado nos registros compilados na Tabela 2, nos dados de nível registrado pelo equipamento automático, considerando o monitoramento da estação fluviométrica Linha José Júlio (86472000), a inundação de novembro de 2023 foi similar a inundação de maio de 2024. A Figura 5 mostra a espacialização do que foi dissertado neste parágrafo.

Figura 5. Polígonos, em que há registros de nível do rio Antas/Taquari, mostrando as áreas cujas inundações de 09/2023 ou 05/2024, atingiram as maiores cotas registradas, sejam elas niveladas e/ou lidas por leiturista e/ou por equipamento automático.



Mais adiante, conforme levantamento feito especificamente para essa Nota Técnica, na Tabela 10, observa-se um resumo das vazões máximas (de pico) nas Usinas Hidrelétricas (UHEs) de Castro Alves, Monte Claro e 14 de Julho, e nas Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) de Rio Carreiro e Rio Forqueta. Os dados de cota da Tabela 2 e os dados de vazão da UHE 14 de Julho da Tabela 10 podem ser analisados nas três inundações, contudo, com a ressalva que o vertedor da UHE 14 de Julho se apresentava danificado na inundação de maio de 2024. Ressalta-se que o rompimento parcial da barragem da Usina Hidrelétrica 14 de Julho ocorreu em 2 de maio de 2024, durante os excepcionais volumes de chuvas que atingiram o estado do Rio Grande do Sul.

Os municípios que tiveram o mapeamento de cotas de cheia em seu território, referente a grande inundação de maio de 2024, foram, de montante para jusante no rio Taquari, os seguintes: Muçum, Encantado, Lajeado, Estrela e Bom Retiro do Sul. Nos tópicos a seguir mostramos separadamente o detalhamento destes levantamentos e as cotas das marcas de cheia da inundação de início de maio de 2024, aferidas nestes municípios.

4.1 DADOS OBTIDOS COM O LEVANTAMENTO EM MUÇUM

Em Muçum / RS, na grande cheia de maio de 2024, a cota registrada por leiturista foi 26,00 m, na madrugada do dia 02/05/2024, conforme relatado por Marcuzzo e Pinto (2024) e verificado na Tabela 2 no tópico anterior a esse. Os autores também citam que a maior cota histórica registrada na estação fluviométrica Muçum (86510000), com área de drenagem aproximada de 16.000 km², foi 26,108 m (26.108 mm, no relatório SGIH de 08/09/2023, ID: 257170), alcançada por volta das 2h30min do dia 05/09/2023, na maior cheia da história registrada no município de Muçum/RS. Essa cota, segundo os mesmos autores, foi nivelada pela equipe de hidrotécnicos do SGB de Porto Alegre, no dia 08/09/2023, ou seja, três dias após o pico do maior evento de inundação do município de Muçum / RS.

A terceira maior inundação histórica de Muçum / RS, registrada até o momento desta publicação, foi de 23,02 m, registrada às 23h45min de 18/11/2023. Um maior detalhamento sobre a cheia de maio de 2024, e a diferença com as de setembro e novembro de 2023, pode ser encontrada na publicação de Marcuzzo e Pinto (2024). Soares e Marcuzzo (2024) publicaram um estudo preliminar com áreas alagadas pela grande cheia de maio de 2024 em Muçum e Encantado.

A Tabela 3 mostra os dados de cotas rastreadas e/ou niveladas, pela equipe do Serviço Geológico do Brasil, no município de Muçum / RS, referente a grande inundação do início de maio de 2024.

Tabela 3. Dados de cotas rastreadas e/ou niveladas, no município de Muçum / RS, referente a grande inundação do início de maio de 2024.

Marcas de Cheia em Muçum da Cheia de Maio de 2024	Latitude Sul (Global)	Longitude Oeste (Global)	Direção Norte UTM	Direção Leste UTM	Altitude Geométrica (Elipsóide)	Observação do Vetor GNSS.RMS	Observação do Vetor GNSS.Precisão H.	Observação do Vetor GNSS.Precisão V.	Observação do Vetor GNSS.PDOP	Observação do Vetor GNSS.Satélites	Observação do Vetor GNSS.Duração	Ondulação Geoidal (N)	Altitude Ortométrica	Zero da Régua	Cota em Relação Seção de Réguas (m)
Base na Prefeitura	29°09'59,14180"	51°52'16,65000"	6773261,35	415270,82	69,80	-	-	-	-	-	-	6,47	63,33	-	-
RN01 26990	29°09'56,87150"	51°52'16,05354"	6773331,34	415286,42	67,53	0,009	0,006	0,013	2,2	9	12:14,0	6,47	61,06	33,96	27,10
RN02 22900	29°10'02,11912"	51°52'08,94702"	6773171,25	415479,58	63,23	0,014	0,026	0,095	2,7	6	05:03,0	6,47	56,76	33,96	22,80
MCM01 (Hotel)	29°09'57,74094"	51°52'20,78669"	6773303,63	415158,75	66,16	0,007	0,004	0,008	1,5	13	08:31,0	6,48	59,68	33,96	25,72
MCM03	29°09'55,48304"	51°52'06,29746"	6773376,03	415549,65	66,84	0,006	0,006	0,013	2,2	8	05:03,0	6,47	60,37	33,96	26,40
MCM04	29°09'52,48225"	51°51'59,30139"	6773469,78	415737,96	66,69	0,012	0,011	0,026	2,3	8	05:05,0	6,47	60,22	33,96	26,26
MCM05	29°09'45,24409"	51°51'50,14740"	6773694,37	415983,61	66,92	0,013	0,012	0,025	2,2	8	05:02,0	6,47	60,45	33,96	26,48
MCM06	29°09'40,89347"	51°51'43,44465"	6773829,61	416163,70	67,02	0,016	0,013	0,023	2,0	9	06:37,0	6,47	60,55	33,96	26,59
MCM07	29°09'22,97553"	51°51'32,57369"	6774383,23	416453,35	67,65	0,007	0,006	0,011	1,8	10	05:04,0	6,48	61,17	33,96	27,21
MCM09	29°08'57,07497"	51°51'43,80624"	6775178,18	416144,05	68,62	0,027	0,032	0,050	2,3	9	05:01,0	6,50	62,12	33,96	28,15
MCM10	29°08'45,82737"	51°51'52,31802"	6775522,67	415911,53	68,87	0,014	0,055	0,077	1,6	11	06:34,0	6,51	62,36	33,96	28,39
MCM11	29°09'44,91002"	51°52'43,13820"	6773694,05	414552,00	65,94	0,009	0,010	0,019	2,0	10	06:19,0	6,49	59,45	33,96	25,48
MCM13 (Casa de Cultura)	29°10'00,03709"	51°52'10,36288"	6773235,05	415440,86	61,37	0,012	0,008	0,022	2,5	7	11:01,0	6,47	54,90	33,96	20,94
MCM15	29°09'55,49021"	51°52'30,89048"	6773370,88	414885,30	66,05	0,016	0,022	0,022	1,8	8	05:05,0	6,48	59,57	33,96	25,61
MCM (Ref. Réguas)	29°09'55,82388"	51°52'11,62104"	6773364,47	415405,92	66,53	0,015	0,022	0,037	2,0	7	05:07,0	6,47	60,06	33,96	26,10

4.2 DADOS OBTIDOS COM O LEVANTAMENTO EM ENCANTADO

Em Encantado / RS, na grande cheia de maio de 2024, a cota nivelada na estação Encantado (86720000), pela equipe de campo de hidrologia do Serviço Geológico do Brasil, foi 23,14 m; a qual ocorreu em 02/05/2024. Soares e Marcuzzo (2024) publicaram manchas de inundação da cheia de maio de 2024, em Encantado e Muçum, utilizando imagens de satélite e dados observados em campo. Perini e Marcuzzo (2016 e 2018) mapearam áreas inundadas e susceptíveis a inundações em Colinas / RS, município localizado na margem esquerda do rio Taquari, a jusante de Encantado e a montante de Lajeado.

Na Tabela 4, a seguir, observa-se as cotas niveladas a partir de um ponto rastreado por GPS-RTK, segundo a seção de réguas da estação Encantado (86720000), conforme descrito na metodologia, em frigorífico (coordenadas aproximadas de 29°14'18"S e 51°51'43"W) da cidade de Encantado / RS, as margens do rio Taquari, conforme observado nas Figuras 6 e 7. Na entrada principal do frigorífico, próximo a guarita, se encontram as placas de metais com as datas das cheias marcando as cotas atingidas.

Tabela 4. Dados de cotas niveladas de cheias, a partir de um ponto rastreado, de um frigorífico as margens do rio Taquari no município de Encantado / RS.

Ponto no Frigorífico	Cota (mm)	Cota (cm)	Cota (m)	Data da Cheia / Observações
Base Frigorífico	18923	1892,3	18,92	Referência RN02 Cota 18933 (Estação Fluviométrica Encantado 86720000)
Marca de Cheia no Frigorífico	19860	1986	19,86	08/07/2020
Marca de Cheia no Frigorífico	22632	2263,2	22,63	05/09/2023
Marca de Cheia no Frigorífico	20967	2096,7	20,97	18/11/2023
Marca de Cheia no Frigorífico	23142	2314,2	23,14	02/05/2024
Marca de Cheia no Frigorífico	18591	1859,1	18,59	12/05/2024

A Tabela 5 mostra os dados de cotas rastreadas e/ou niveladas, pela equipe do Serviço Geológico do Brasil, no município de Encantado / RS, referente a grande inundação do início de maio de 2024.

Figura 6. Local da marca de cheia de 02/05/2024, no frigorífico em Encantado /RS.



Figura 7. Locais das marcas de cheia de 08/07/2020, 05/09/2023 e 18/11/2023, no frigorífico em Encantado /RS e o local da base de rastreamento das marcas de cheia no município.



Tabela 5. Dados de cotas rastreadas e/ou niveladas, no município de Encantado / RS, referente a grande inundação de maio de 2024.

Marcas de Cheia em Encantado da Cheia de Maio de 2024	Latitude Sul (Global)	Longitude Oeste (Global)	Direção Norte	Direção Leste	Altitude Geométrica (Elipsoide)	Observação do Vetor GNSS.RMS	Observação do Vetor GNSS.Precisão H.	Observação do Vetor GNSS.Precisão V.	Observação do Vetor GNSS.PDOP	Observação do Vetor GNSS.Satélites	Observação do Vetor GNSS.Duração	Ondulação Geoidal (N)	Altitude Ortométrica	Zero da Régua	Cota em Relação Seção de Régua (m)
Base Frigorífico	-29°14'17,63970"	-51°51'43,80760"	6765311,80	416216,43	53,41	-	-	-	-	-	-	6,28	47,13	-	-
RN02 18933	-29°14'36,90355"	-51°51'40,82646"	6764719,48	416301,26	53,40	0,013	0,013	0,021	1,7	9	0:05:13	6,26	47,14	28,20	18,95
RN05 17600	-29°14'07,01872"	-51°51'19,72182"	6765643,45	416864,24	52,05	0,007	0,008	0,015	2,0	8	0:05:02	6,27	45,78	28,20	17,59
MCE01	-29°14'31,90805"	-51°51'49,21931"	6764871,57	416073,58	57,14	0,012	0,008	0,016	1,6	10	0:07:25	6,27	50,87	28,20	22,68
MCE02	-29°14'23,09461"	-51°51'44,70593"	6765143,73	416193,42	57,48	0,006	0,007	0,023	3,3	7	0:05:16	6,27	51,21	28,20	23,01
MCE03	-29°14'07,91469"	-51°51'42,13143"	6765611,45	416259,48	57,78	0,011	0,013	0,025	2,0	9	0:05:50	6,28	51,50	28,20	23,30
MCE04	-29°13'43,84780"	-51°51'45,25208"	6766351,57	416169,79	58,79	0,014	0,013	0,022	2,1	9	0:06:37	6,30	52,49	28,20	24,30
MCEPRESIDIO	-29°14'20,32619"	-51°52'04,59019"	6765224,97	415656,02	57,08	0,011	0,008	0,017	1,9	8	0:07:57	6,28	50,80	28,20	22,61

4.3 DADOS OBTIDOS COM O LEVANTAMENTO EM ESTRELA E LAJEADO

No centro de Lajeado / RS, descendo a rua Coronel Júlio May (Figura 8) após o cruzamento com a rua Júlio de Castilhos, na parede cinza do prédio da prefeitura, em 10/05/2024, a equipe formada por um engenheiro hidrólogo e um engenheiro cartógrafo do Serviço Geológico do Brasil deixou parafusos fixados na parede nas cotas 29 m e 30 m, e parafusos nas cotas das cheias dos dias 05/09/2023 e 19/11/2023, segundo o rastreamento e nivelamento com as cotas das réguas da estação Estrela (86879300), instalada em Lajeado, proveniente da parceria do SGB e ANA.

A cota da cheia de 05/09/2023 foi de 29,55 m na parede da prefeitura na rua Coronel Júlio May, segundo as cotas da estação Estrela (86879300), instalada em Lajeado, rastreado pelo SGB por GPS RTK. No relatório fluviométrico do Sistema de Gerenciamento de Informações Hidrométricas (SGIH - <https://sgih.sgb.gov.br/>), utilizado pela hidrologia do SGB, há também o registro de 29,54 m (relatório ID 257148) do nivelamento da cheia de 05/09/2023, em outra localidade da cidade (localidade não registrada), feito por outra equipe do SGB em outro momento.

Na Figura 9 observa-se a marca de cheia no município de Lajeado / RS, referente a grande inundação de 02/05/2024, registrada *in loco*, às 13h30min, pela equipe do SGB presente na cidade, no exato momento em que o rio Taquari começou a recuar após a cheia. A equipe, conforme a Figura 9, parafusou um parafuso na calçada, demarcando o nível em que o rio Taquari chegou, próximo a prefeitura de Lajeado. A marca de cheia em Lajeado, nivelada a partir dos referências de níveis (RNs) da estação fluviométrica Estrela (86879300), alcançou 33,67 m (Tabelas 6 e 7 e Figuras 2 e 10), exatos 33666 mm, e foi marcada conforme a Figura 9, da presente nota técnica, na calçada da rua Júlio de Castilhos, em frente ao número nº 529. Nota-se que o valor da cota da cheia de 02/05/2024 em Lajeado, feita por nivelamento do rastreamento do ponto auxiliar na frente da prefeitura de Lajeado, conforme Tabela 7, com metodologia descrita no item 2 desta nota técnica, foi igual ao nivelamento geométrico feito com nível a partir dos RNs da estação Estrela (86879300), ou seja, 33,67 m. No dia 10/05/2024, às 18h23min, com o rio Taquari já em processo de subida, o qual originou o repique do dia 12 e 13/05/2024, a estação Estrela em Lajeado registou 1343 cm (Figuras 2 e 10). No dia 13/05/2024, às 5h00, o rio Taquari na frente da prefeitura de Lajeado/RS, atingiu a cota de 27,75 m, registrada por engenheiro hidrólogo do SGB em campo, na rua Coronel Júlio May, na frente da prefeitura.

A cota da cheia de 19/11/2023 foi 29,06 m, segundo as cotas da estação Estrela (86879300), instalada em Lajeado, rastreado pelo SGB por GPS RTK, na parede na frente da prefeitura de Lajeado (rua Júlio May, n. 242). Para a mesma cheia de 19/11/2023, há também o registro de 28,97 m, anotada pelo observador (consta no boletim de leituras diárias de régua, das 7h e 17h). No entanto, existe a marca de cheia nivelada de 28,93 m, no SGIH (relatório Fluviométrico ID 258721), e também 28,94 m, também disponível no SGIH (relatório Flu ID 258344), sendo ambos nivelamentos feitos por equipes diferentes em lugares diferentes (marcas da mesma cheia em distintos locais).

Contando com o nivelamento que a equipe de hidrologia do SGB fez, de 33,67 m (33666 mm), da cheia de 02/05/2024 (Figura 9), está grande cheia de 02/05/2024 superou em 4,12 m a cheia de 05 de setembro de 2023 e 4,61 m a cheia de 19/11/2023.

Na publicação de Parma (2025) é disponibilizada as manchas de inundação do município de Lajeado, de 19 a 36 metros, segundo as cotas da estação Estrela (86879300), incluindo a mancha de inundação da cota da inundação de 02/05/2024, de 33,67 m (Tabela 7), nivelada pela equipe de hidrotécnicos do SGB. Essas manchas de inundação do município de Lajeado também podem ser acessadas no site do SACE do SGB, no link https://www.sgb.gov.br/sace/index_manchas_inundacao.php#.

Nas Tabelas 6 e 7, encontram-se os dados dos rastreamentos, executados ainda em maio de 2024, das marcas de cheia do rio Taquari nos municípios de Estrela e Lajeado. Demais publicações no RIGEO do SGB sobre a bacia hidrográfica do rio Taquari-Antas pode ser acessado clicando [AQUI](#).

Figura 8. Foto mostrando os parafusos das marcas de cheia em Lajeado, na parede na frente da prefeitura de Lajeado (rua Júlio May, n. 242), com os registros das cotas de 05/09 e 19/11/2023.

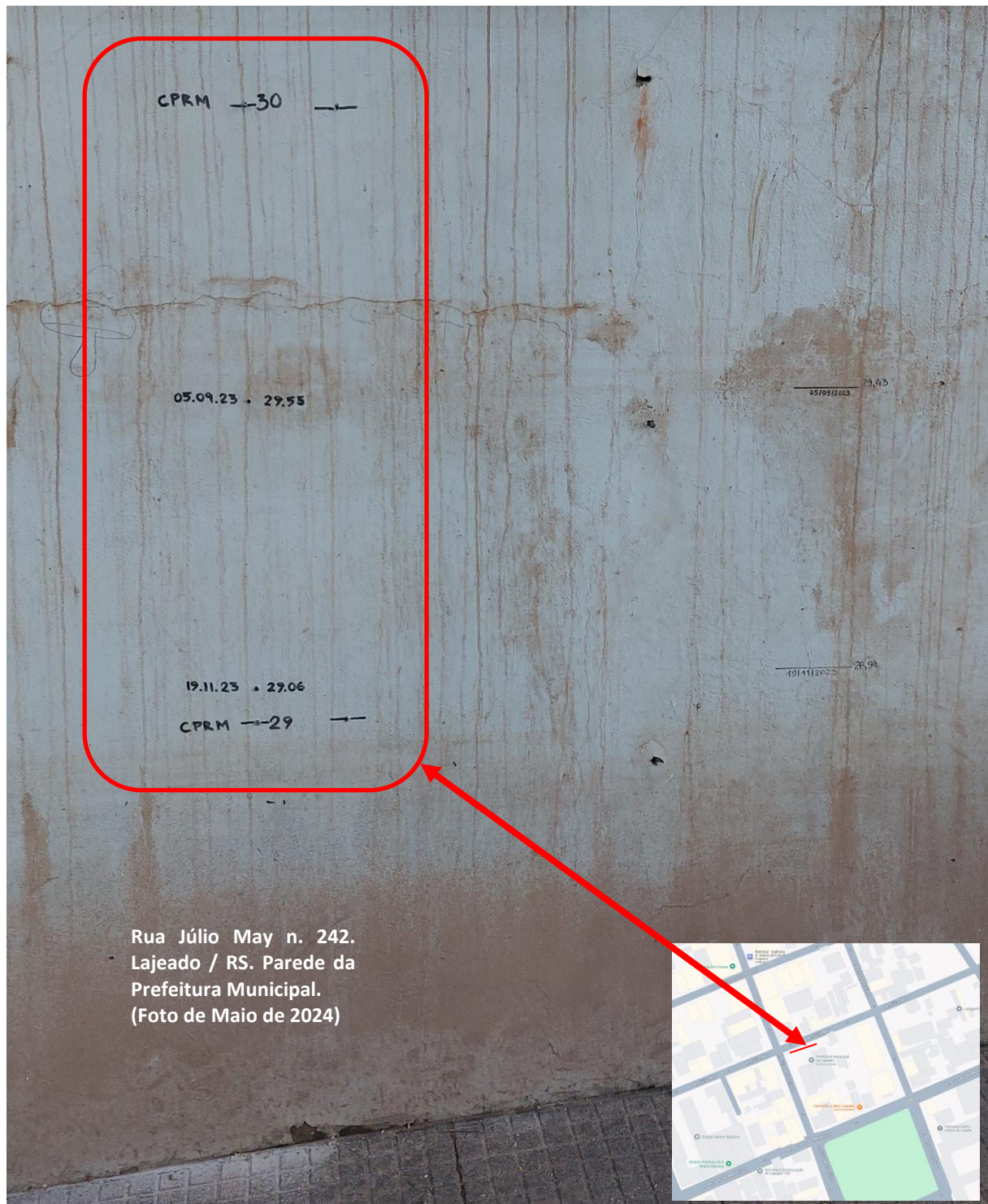


Figura 9. Fotos mostrando o parafuso da marca de cheia em Lajeado, quando o nível do rio Taquari atingiu seu nível máximo, em 02/05/2024, às 13h30min. O parafuso, colocado pela equipe do Serviço Geológico do Brasil, se encontra subindo a rua Júlio de Castilhos n. 529, após a prefeitura de Lajeado, na calçada da direita, antes de chegar na esquina com a rua Francisco Óscar Karnal. A Tabela 7 mostra as informações de coordenadas e demais dados deste ponto.

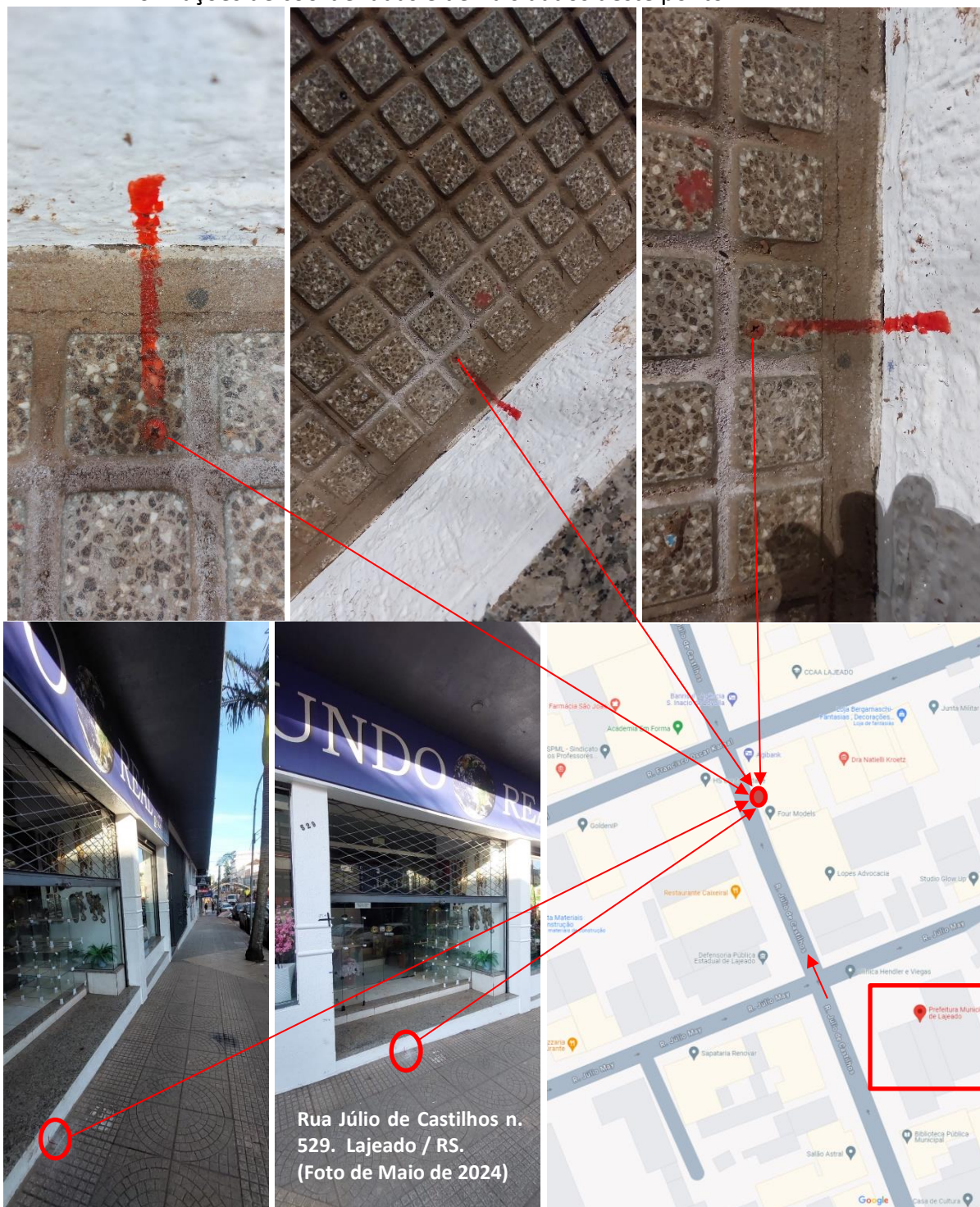


Figura 10. Cotas da estação Estrela (86879300), instalada em Lajeado / RS, de 28/03/2024 a 24/09/2024. No gráfico mostra três picos do nível do rio Taquari, quando atingiu se nível máximo histórico registrado com 33,67 m (33666 mm), em 02/05/2024, as 13h30min; quando ocorreu o primeiro repique com 27,75 m, em 13/05/2023, as 05h00; quando ocorreu outra cheia com 24,19 m, em 17/06/2024, as 22h30.

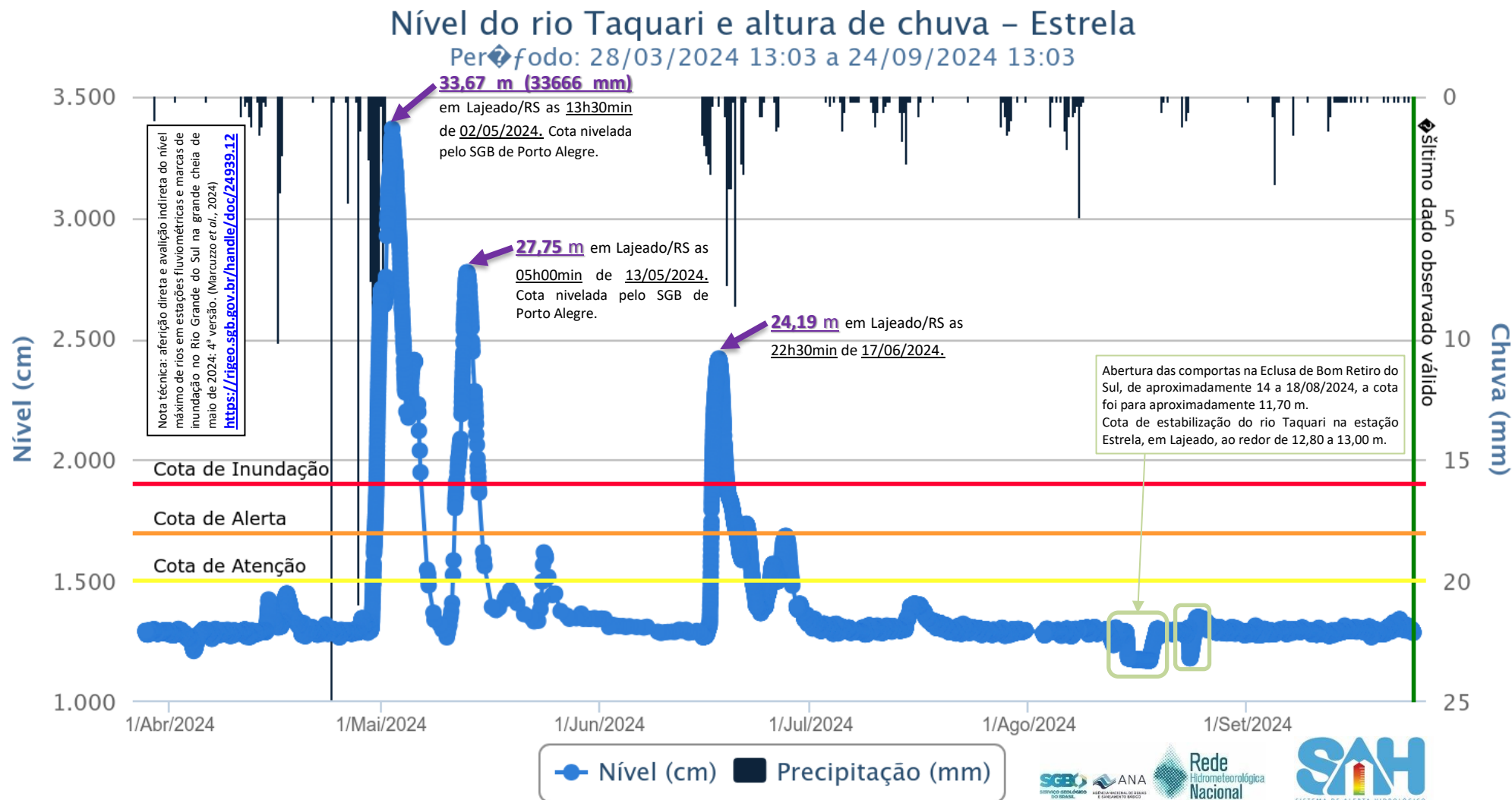


Tabela 6. Dados de cotas rastreadas e/ou niveladas, no município de Estrela / RS, referente a grande inundação de maio de 2024.

Marcas de Cheia em Encantado da Cheia de Maio de 2024	Latitude Sul (Global)	Longitude Oeste (Global)	Direção Norte UTM	Direção Leste UTM	Altitude Geométrica (Elipsoide)	Observação do Vektor GNSS.RMS	Observação do Vektor GNSS.Precisão H.	Observação do Vektor GNSS.Precisão V.	Observação do Vektor GNSS.PDOP	Observação do Vektor GNSS.Satélites	Observação do Vektor GNSS.Duração	Ondulação Geoidal (N)	Altitude Ortométrica	*Zero da Régua (Necessita verificação)	Cota em Relação Seção de Régua (m)
Base Univates	-29°26'41,9753"	-51°57'16,9425"	6742332,088	407410,516	97,09	-	-	-	-	-	-	6,09			91,45
MCE01	-29°31'49,63712"	-51°58'16,90872"	6.732.848,93	405.874,01	32,57	0,026	0,027	0,067	2,7	9	0:05:02	5,96			27,06
MCE02	-29°31'11,24233"	-51°58'11,95410"	6.734.031,83	405.997,52	33,22	0,011	0,020	0,038	2,2	11	0:05:03	5,98			27,70
MCE03	-29°30'32,80324"	-51°58'21,80980"	6.735.212,78	405.722,30	34,91	0,013	0,016	0,028	1,9	13	0:05:03	6,01			29,36
MCE04	-29°30'30,17802"	-51°57'58,61920"	6.735.298,78	406.346,01	37,62	0,012	0,023	0,034	1,7	12	0:05:27	5,99			32,09
MCE05	-29°30'16,76150"	-51°57'49,29458"	6.735.713,83	406.593,64	36,78	0,013	0,020	0,032	1,4	13	0:05:08	5,99			31,25
MCE06	-29°30'02,33815"	-51°57'49,75387"	6.736.157,68	406.577,60	37,06	0,013	0,021	0,037	1,9	9	0:05:04	6,00			31,52
MCE07	-29°29'47,30557"	-51°57'22,97968"	6.736.626,33	407.294,72	36,84	0,010	0,016	0,032	1,7	11	0:05:01	5,98			31,32
MCE08	-29°29'31,90718"	-51°57'34,09135"	6.737.097,82	406.991,60	36,94	0,014	0,019	0,044	1,9	10	0:05:10	6,00			31,39
MCE09	-29°29'26,78114"	-51°57'49,79947"	6.737.252,11	406.567,30	37,63	0,007	0,058	0,068	1,8	11	0:05:12	6,02			32,06
MCE10	-29°29'07,93967"	-51°57'38,32912"	6.737.834,60	406.871,40	37,90	0,008	0,018	0,067	4,6 Pouca Precisão Altimétrica	7	0:05:04	6,02			32,33
MCE11	-29°28'57,61499"	-51°57'25,82705"	6.738.155,17	407.205,47	38,33	0,010	0,048	0,074	1,8	11	0:05:01	6,02			32,76
MCE12	-29°28'44,37152"	-51°57'14,60339"	6.738.565,28	407.504,39	38,81	0,014	0,030	0,051	2,0	10	0:05:02	6,02			33,24
MCE13	-29°30'05,19072"	-51°58'07,28516"	6.736.065,95	406.106,28	36,59	0,020	0,055	0,064	2,7	7	0:05:05	6,01			31,03
MCE14	-29°28'42,52459"	-51°57'09,75809"	6.738.623,20	407.634,42	39,36	0,014	0,019	0,040	1,6	11	0:05:39	6,01			33,80

*O valor da cota do zero da régua da estação Estrela (86879300), em Lajeado / RS, necessita verificação, devido, entre outras questões de ordem técnica, ao transporte de cotas da estação fluviométrica da margem esquerda (município de Estrela) para a margem direita (município de Lajeado) do rio Taquari.

Tabela 7. Dados de cotas rastreadas e/ou niveladas, no município de Lajeado / RS, referente a grande inundação de maio de 2024.

Marcas de Cheia em Encantado da Cheia de Maio de 2024	Latitude Sul (Global)	Longitude Oeste (Global)	Direção Norte UTM	Direção Leste UTM	Altitude Geométrica (Elipsoide)	Observação do Vetor GNSS.RMS	Observação do Vetor GNSS.Precisão H.	Observação do Vetor GNSS.Precisão V.	Observação do Vetor GNSS.PDOP	Observação do Vetor GNSS.Satélites	Observação do Vetor GNSS.Duração	Ondulação Geoidal (N)	Altitude Ortométrica	*Zero da Régua (Necessita verificação)	Cota em Relação Seção de Réguas (m)
Base Univates	-29°26'41,9753"	-51°57'16,9425"	6742332,088	407410,516	97,09	-	-	-	-	-	-	6,09			91,45
Auxiliar RN2829	-29°28'16,35743"	-51°57'53,65874"	6739418,88	406445,41	33,10	0,015	0,008	0,048	2,0	2	12:31,0	6,07			26,57
Auxiliar Prefeitura	-29°27'58,86289"	-51°57'48,21499"	6739958,57	406587,58	35,08	0,014	0,014	0,026	2,5	9	30:16,0	6,08			28,54
MCL01	-29°25'35,48726"	-51°57'30,92301"	6744375,47	407017,04	44,60	0,014	0,046	0,084	1,7	11	0:05:12	6,14			38,91
MCL02	-29°25'34,22242"	-51°57'27,10178"	6744415,25	407119,69	44,34	0,014	0,024	0,047	1,7	11	0:05:03	6,14			38,66
MCL03	-29°25'54,45159"	-51°57'19,64204"	6743794,25	407325,80	44,07	0,010	0,010	0,016	1,5	12	0:05:02	6,12			38,41
MCL04	-29°26'10,13815"	-51°56'47,99924"	6743318,38	408182,31	43,28	0,026	0,031	0,043	4,7	7	0:07:51	6,09			37,65
MCL05	-29°26'23,88752"	-51°56'51,76121"	6742894,36	408084,39	43,35	0,011	0,010	0,016	1,6	11	0:05:03	6,08			37,72
MCL06	-29°26'56,36215"	-51°56'33,37649"	6741898,82	408587,80	41,66	0,015	0,010	0,016	1,6	12	0:05:02	6,05			36,06
MCL07	-29°26'45,51499"	-51°56'13,25174"	6742237,06	409127,27	42,05	0,020	0,021	0,034	1,5	11	0:05:02	6,04			36,46
MCL08	-29°27'15,38664"	-51°56'34,84198"	6741312,93	408553,06	41,48	0,011	0,010	0,017	1,5	12	0:05:05	6,04			35,89
MCL09	-29°27'31,16281"	-51°56'45,06978"	6740825,11	408281,48	40,93	0,014	0,012	0,026	2,0	9	0:05:02	6,04			35,35
MCL10C	-29°27'44,13167"	-51°57'54,72376"	6740410,55	406408,51	39,41	0,025	0,054	0,087	3,7	4	0:15:01	6,09			33,78
MCL11	-29°27'46,39157"	-51°57'53,60620"	6740341,24	406439,19	39,33	0,013	0,026	0,048	2,0	9	0:05:05	6,09			33,69
MCL12	-29°27'50,11149"	-51°57'55,88515"	6740226,23	406378,75	39,02	0,012	0,025	0,062	2,2	9	0:05:07	6,09			33,38
MCL13	-29°27'52,02165"	-51°57'53,23308"	6740168,03	406450,67	38,91	0,010	0,031	0,093	2,0	9	0:05:09	6,09			33,27
MCL14	-29°27'53,34522"	-51°57'48,14145"	6740128,42	406588,16	39,17	0,021	0,033	0,090	3,2	5	0:06:49	6,08			33,54
MCL15 (Cota da Cheia em Lajeado)	-29°27'57,40947"	-51°57'49,71442"	6740002,97	406546,82	Determinado por Nivelamento Geométrico, Partindo do Ponto Auxiliar Prefeitura (GPS) Foi considerado a Cota de Cheia em Lajeado Até ser Confirmado com o Nivelamento com Nível, Que Obteve-se 33666 mm. O Ponto se Encontra Subindo a Rua Júlio de Castilhos, n. 529, Após a Prefeitura de Lajeado, na Calçada da Direita, Antes de Chegar na Esquina com a Rua Francisco Óscar Karnal. A Figura 8 Mostra Este Ponto.							6,08			33,67 (33666 mm nivelada)

*O valor da cota do zero da régua da estação Estrela (86879300), em Lajeado / RS, necessita verificação, devido, entre outras questões de ordem técnica, ao transporte de cotas da estação fluviométrica da margem esquerda (município de Estrela) para a margem direita (município de Lajeado) do rio Taquari. Este dado será revisto pelo SGB e publicado em uma versão futura.

4.4 DADOS OBTIDOS COM O LEVANTAMENTO EM BOM RETIRO DO SUL E NO DISTRITO DE MARIANTE, PERTENCENTE AO MUNICÍPIO DE VENÂNCIO AIRES

Em Bom Retiro do Sul / RS, foram rastreados dois marcos próximos a eclusa e sete marcas de cheia na cidade (Figura 11 e Tabela 8).

A cota da cheia de maio de 2024 na estação fluviométrica de Bom Retiro do Sul / RS (86881000), nivelada pela equipe do Departamento de Hidrologia (DEHID) do Serviço Geológico do Brasil (SGB) foi 22085 mm (22,09 m).

A cota nivelada pela equipe de hidrologia do SGB, no distrito de Mariante, às margens do rio Taquari próximo à rodovia RS-287, pertencente ao município de Venâncio Aires / RS, na estação fluviométrica Porto Mariante (86895000), foi de exatos 20,50 m.

Figura 11. Base do rastreamento na eclusa de Bom Retiro do Sul / RS e rastreamento na cidade.



Tabela 8. Dados de cotas rastreadas e/ou niveladas, no município de Bom Retiro do Sul / RS, referente a grande inundação de maio de 2024.

Marcas de Cheia em Encantado da Cheia de Maio de 2024	Latitude Sul (Global)	Longitude Oeste (Global)	Direção Norte UTM	Direção Leste UTM	Altitude Geométrica (Elipsoide)	Observação do Vetor GNSS.RMS	Observação do Vetor GNSS.Precisão H.	Observação do Vetor GNSS.Precisão V.	Observação do Vetor GNSS.PDOP	Observação do Vetor GNSS.Satélites	Observação do Vetor GNSS.Duração	Ondulação Geoidal (N)	Altitude Ortométrica	Zero da Régua	Cota em Relação Seção de Régua (m)
Base Eclusa	-29°36'28,65980"	-51°57'01,50130"	6724277,33	407974,15	31,76	-	-	-	-	-	-	5,83	25,93	0,65	26,58
MARCO M2	-29°36'29,36901"	-51°56'58,79071"	6724256,10	408047,24	18,85	0,011	0,008	0,016	1,6	10	0:05:03	5,82	13,03	0,65	13,68
MARCO MBO4 (RN)*	-29°36'28,87022"	-51°56'58,40265"	6724271,53	408057,55	22,79	0,013	0,014	0,024	1,8	9	0:05:18	5,82	16,97	0,65	17,62
MCBRS01	-29°36'40,13827"	-51°56'29,98484"	6723930,93	408824,74	27,09	0,016	0,015	0,021	1,6	9	0:05:21	5,80	21,29	0,65	21,93
MCBRS02	-29°36'32,93856"	-51°56'40,46002"	6724150,25	408541,18	26,87	0,019	0,022	0,033	2,0	6	0:05:12	5,81	21,06	0,65	21,70
MCBRS03	-29°36'28,47380"	-51°56'38,10079"	6724288,19	408603,52	27,17	0,02	0,013	0,022	2,0	8	0:06:06	5,80	21,37	0,65	22,01
MCBRS04	-29°36'25,68182"	-51°56'32,93074"	6724375,26	408741,89	27,20	0,012	0,01	0,023	2,1	7	0:05:16	5,80	21,40	0,65	22,04
MCBRS05	-29°36'23,50904"	-51°56'28,74521"	6724443,06	408853,92	27,24	0,009	0,006	0,018	2,3	9	0:09:34	5,80	21,44	0,65	22,08
MCBRS06	-29°36'19,99643"	-51°56'30,68913"	6724550,75	408800,76	27,23	0,009	0,007	0,016	2,0	10	0:06:43	5,80	21,43	0,65	22,08
MCBRS07	-29°36'19,61272"	-51°56'43,34503"	6724559,79	408460,24	27,75	0,005	0,004	0,006	1,7	11	0:10:21	5,81	21,94	0,65	22,58

*O valor da cota rastreada do Marco MB04, que era o referencial da seção de régua, foi de 16,972 m e a cota arbitrária da seção de régua foi de 17,618 m, resultando em um zero ortométrico da seção de régua em Bom Retiro do Sul /RS de 0,646 m (0,65 m).

5 DADOS OBTIDOS COM O LEVANTAMENTO DE MARCAS DE CHEIA EM ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS EM OUTRAS SUB-BACIAS NO RIO GRANDE DO SUL

Os levantamentos de cotas das marcas de cheia da grande inundação do início de maio de 2024, em estações fluviométricas operadas pelo Serviço Geológico do Brasil, e de responsabilidade da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), foram niveladas em maio de 2024, e, sua maioria, nos meses seguintes ao evento de inundação. Essas cotas das marcas de cheia nas estações fluviométricas, podem ser observadas na Tabela 9. Abaixo, descreve-se algumas das informações que constam na Tabela 9. Um maior detalhamento e informações da maioria das estações fluviométricas observadas na Tabela 9, como a localização no talvegue de seus respectivos cursos d'água, e distância das mesmas dos barramentos, podem ser observados nos diagramas unifilares publicados por Almeida *et al.* (2016), Souza *et al.* (2017) Guimarães *et al.* (2017a,b).

Na sub-bacia do rio Ijuí (sub-bacia 75), no nivelamento (ou aferição na régua) das cotas da cheia de início de maio de 2024, obteve-se: 9,29 m na estação fluviométrica Conceição (75200000).

Na sub-bacia do rio Ibicuí (sub-bacia 76), no nivelamento (ou aferição na régua) das cotas de cheia de início de maio de 2024, obteve-se: 13,24 m na estação fluviométrica Ernesto Alves (76460000); 14,84 m na estação fluviométrica Manoel Viana (76560000), conforme pode ser observado na Figura 12, onde o nível do rio Ibicuí chegou a 51 cm dentro do restaurante da foto da Figura 12, e 11,71 m na estação fluviométrica Passo Mariano Pinto (76800000).

Na sub-bacia do Taquari-Antas (sub-bacia 86), no nivelamento das cotas da cheia que ocorreu no início de maio de 2024, obteve-se 33,67 m (33666 mm) na estação fluviométrica Estrela (86879300), que possui sua seção de réguas no município de Lajeado / RS. Com isso, a cidade de Lajeado / RS tem como cota de inundação máxima registrada, até a presente data de publicação desta nota técnica, a marca de cheia no valor de 33,67 m (33666 mm). A marca de cheia em Lajeado / RS, 33,67 m (33666 mm), foi registrada conforme a Figura 9 do item 4.3 desta nota técnica, na rua Júlio de Castilhos nº 529, centro da cidade, próximo a prefeitura. Quanto à estação Passo Tainhas (86160000) os registros das datas e das maiores cotas da telemetria foram: 17/06/2024 - 704 cm; 12/05/2024 - 651 cm; 02/05/2024 - 608 cm; 18/11/2023 - 747 cm; 04/09/2023 - 666 cm; 08/07/2020 - 597 cm; e 12/07/2020 - 524 cm.

Na mesma sub-bacia 86 (Taquari-Antas), nota-se que algumas estações fluviométricas obtiveram, na inundação histórica de maio de 2024, cotas máximas menores que na grande inundação de setembro de 2023. Como exemplo, pode-se verificar o nível do rio das Antas na estação fluviométrica Linha José Júlio (86472000), logo a jusante da UHE 14 de Julho, conforme a Tabela 2, na inundação de 04/09/2023, atingiu um nível mais elevado (27,76 m, conforme relatório SGIH com ID 257173, feito em 09/09/2023) do que na inundação de 01/05/2024 (25,82 m), ficando 1,94 m acima

em 04/09/2023 em relação ao nível de 01/05/2024. Outro exemplo, a estação fluviométrica de Santa Tereza (86472600), teve o nível da marca de cheia de início de maio de 2024 de 22,42 m, enquanto na cheia de início de setembro de 2023, o nível do rio Taquari chegou a 24,04 m (marca de cheia nivelada pela equipe de hidrotécnicos do SGB, relatório SGIH ID 261924). Em Santa Tereza o nível do rio Taquari ficou 1,62 m mais elevado na inundação de 01/09/2023 (24,04 m) em relação a inundação de 04 e 05/05/2024. Mais um exemplo é a estação Muçum (86510000), que teve o nível da marca de cheia de início de maio de 2024 de 26,00 m (lido na seção de réguas, Tabela 9), enquanto na cheia de início de setembro de 2023, o nível do rio Taquari chegou a 26,11 m (26108 mm, conforme o relatório no SGIH ID: 257170, de 08/09/2023). A estação Santa Lúcia (86580000), localizada no rio Guaporé, no município de Doutor Ricardo, foi totalmente destruída pela inundação de maio de 2024, não sendo possível o nivelamento da marca de cheia devido à perda dos referenciais de nível (RN).

Na sub-bacia do Alto Jacuí (sub-bacia 85), no nivelamento das cotas da cheia de início de maio de 2024, obteve-se: 9,38 m na estação fluviométrica Passo da Rocha (85480000) e 12,04 m na estação fluviométrica São Sepé – Montante (85623000). A marca de cheia da estação fluviométrica Passo São Lourenço (85642000), conforme observado na Figura 13, foi de 15,45 m. Na estação Dona Francisca (85400000) nivelou-se a marca de cheia em 11,54 m (11544 mm), sendo que há o registro, para essa mesma estação, de 12,20 m em 26/05/1941.

Figura 12. Marca de cheia nivelada do rio Ibicuí, no município de Manoel Viana / RS, referente a estação fluviométrica Manoel Viana (76560000).



Figura 13. Marca de cheia nivelada do rio Jacuí, no município de Cachoeira do Sul / RS, referente a estação fluviométrica Passo São Lourenço (85642000).

Nivelamento no município de Cachoeira do Sul / RS, da marca de cheia da grande inundação de maio de 2024.
Estação fluviométrica Passo São Lourenço (85642000)



Na sub-bacia da Laguna dos Patos (sub-bacia 87), mais precisamente na sub-bacia do Guaíba (874), no nivelamento das cotas da cheia de início de maio de 2024, obteve-se: 4,99 m na estação fluviométrica Ilha da Pintada (87450005); 4,22 m na estação fluviométrica Cristal (87460007); 3,97 m na estação fluviométrica Ipanema (87460120) e 3,67 m na estação fluviométrica Ponta dos Coatis (87500020). Na Figura 14 observa-se locais com as marcas de cheia e parte do trabalho executado de nivelamento da cheia de 05/2024 das estações supracitadas.

Figura 14. Marcas de cheia niveladas pelo Departamento de Hidrologia do Serviço Geológico do Brasil, nas estações fluviométricas Cristal (87460007); Ipanema (87460120) e Ponta dos Coatis (87500020).



Na capital do estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, o Serviço Geológico do Brasil realizou um estudo da avaliação indireta do nível máximo do rio Jacuí na região central da cidade, entre as estações Cais Mauá C6 e Usina do Gasômetro. Neste estudo, realizado em parceria com o 1º Centro de Geoinformação do Exército Brasileiro, que pode ser acessado em Germano *et al.* (2024), está publicada a cota máxima alcançada pelo rio Jacuí na região central de Porto Alegre na cheia de maio de 2024. Os autores publicaram o pico da inundação do rio Jacuí, já próximo do seu exutório na massa d'água do Guaíba, no centro da cidade de Porto Alegre, que ocorreu em 5 de maio de 2024, que, referenciado aos 359 cm da RN SGE, foi de 5,37 m na estação Cais Mauá C6 (operada pela SEMA-RS), e 5,12 m no Portão Principal SPH-RS (local em que está materializada a marca da cheia de 1941), e 4,59 m na estação fluviométrica Usina do Gasômetro (operada pelo SGB). Na Figura 15 observa-se parte do trabalho executado de nivelamento da cheia de maio de 2024 no centro de Porto Alegre. Já a Figura 16 mostra um gráfico ilustrativo da telemetria do nível (cotas) do rio Jacuí em Porto Alegre, na estação Usina do Gasômetro, a partir do final de abril de 2024 até 24/09/2024. Os gráficos das Figuras 16 e 17 têm a finalidade apenas de mostrar a rápida ascensão do nível da foz do rio Jacuí, e início do Guaíba, em maio de 2025, na estação fluviométrica Usina do Gasômetro (87450020), nas proximidades da foz do rio Jacuí no Guaíba.

A massa d'água responsável pela inundação de uma pequena parcela da parte norte do centro administrativo, do centro histórico de Porto Alegre, além dos bairros Floresta, São Geraldo e Navegantes, foi proveniente do rio Jacuí, conforme pode ser observado nas Figuras dos Anexos. Já os bairros Humaitá e Farrapos, tiveram sua parte norte inundada pelo rio Gravataí, enquanto a parte sul pelo rio Jacuí. Já o bairro Anchieta, onde se localiza as Centrais de Abastecimento S/A (CEASA) de Porto Alegre, foi inundado pelas águas do rio Gravataí, que serve como divisa entre o território dos municípios de Porto Alegre e Canoas. Ao sul do exutório do arroio Dilúvio, que passa por Porto Alegre de leste para oeste, as águas que afetaram o município foram preponderantemente da massa d'água do Guaíba. Importante ressaltar que, conforme observado em mapas atuais e na base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul, na escala 1:50.000, publicada por Hasenack e Weber (2010), já atualizada, a foz do rio Jacuí, após passar pelo conjunto de ilhas que formam o Delta do Jacuí, encontra-se em uma zona de transição a jusante da Usina do Gasômetro e a montante do Anfiteatro Por do Sol (foz do arroio Dilúvio), considerando a sua margem esquerda, e, na margem direita, a jusante do Terminal da Ilha da Pintada, na capital Porto Alegre. Portanto, a massa d'água na frente da atual rodoviária e da cobertina do cais no centro de Porto Alegre, se trata do rio Jacuí, que foi o responsável pela inundação no centro da cidade e na região norte da capital do estado do Rio Grande do Sul. Um melhor detalhamento visual pode ser observado nos Anexos desta nota técnica ou nos anexos das publicações do Serviço Geológico do Brasil: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/22930> e <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/22931>.

Figura 15. Trabalho de levantamento das marcas de cheia niveladas do rio Jacuí, na capital Porto Alegre / RS, referente as estações fluviométricas Caís Mauá C6 e Usina do Gasômetro.



Figura 16. Gráfico ilustrativo da telemetria no SACE do SGB, mostrando o comportamento do nível real na foz do rio Jacuí e início do Guaíba, em Porto Alegre, na estação Usina do Gasômetro (87450020), a partir do final de abril de 2024 até 24/09/2024. Um maior detalhamento destes dados, e mais informações sobre as cotas da grande cheia de maio de 2024 no centro de Porto Alegre, pode ser acessado em Germano *et al.* (2024).

Nível da Foz do Rio Jacuí / Início do Guaíba na Usina do Gasômetro em Porto Alegre (cm)

Período: 28/03/2024 13:22 a 24/09/2024 13:22

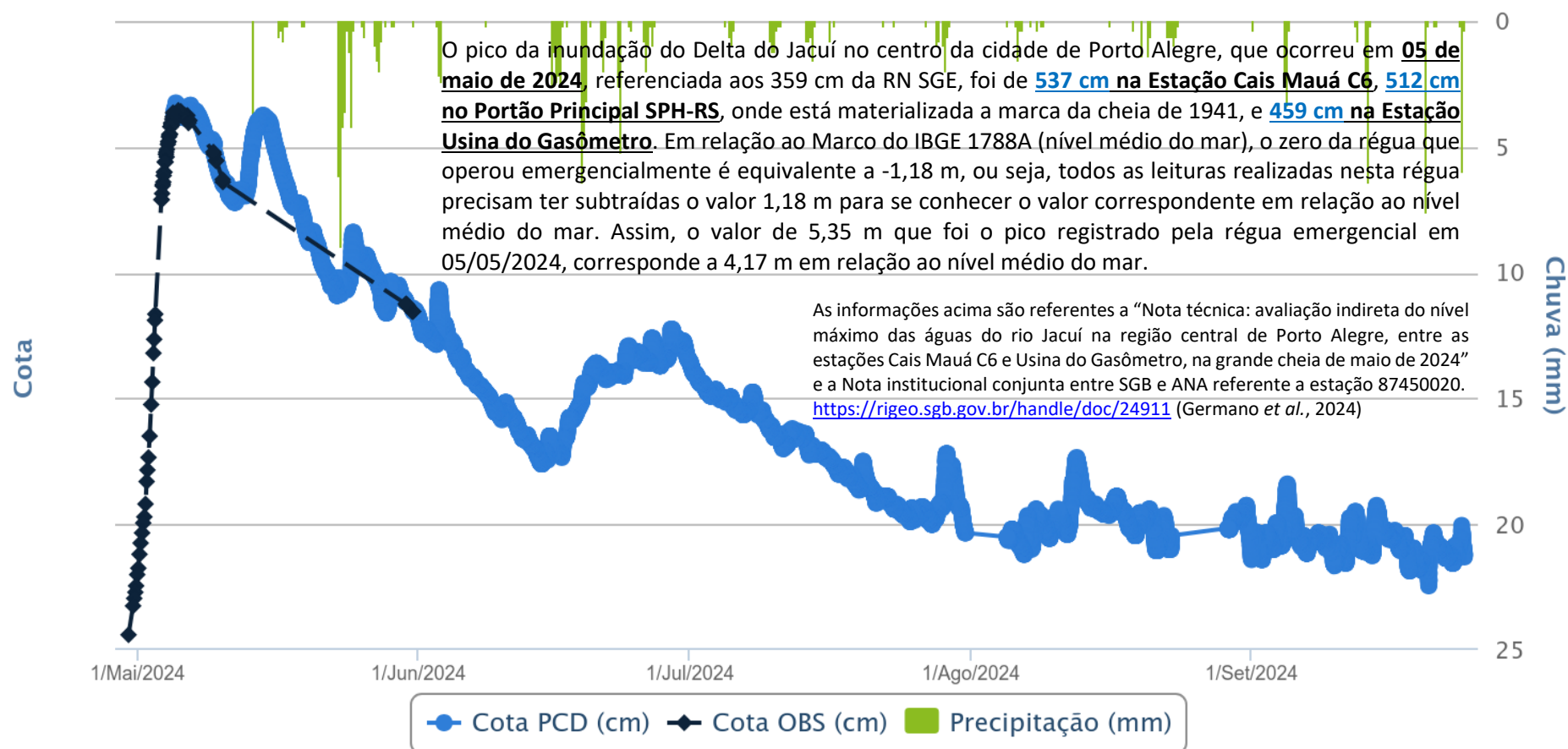
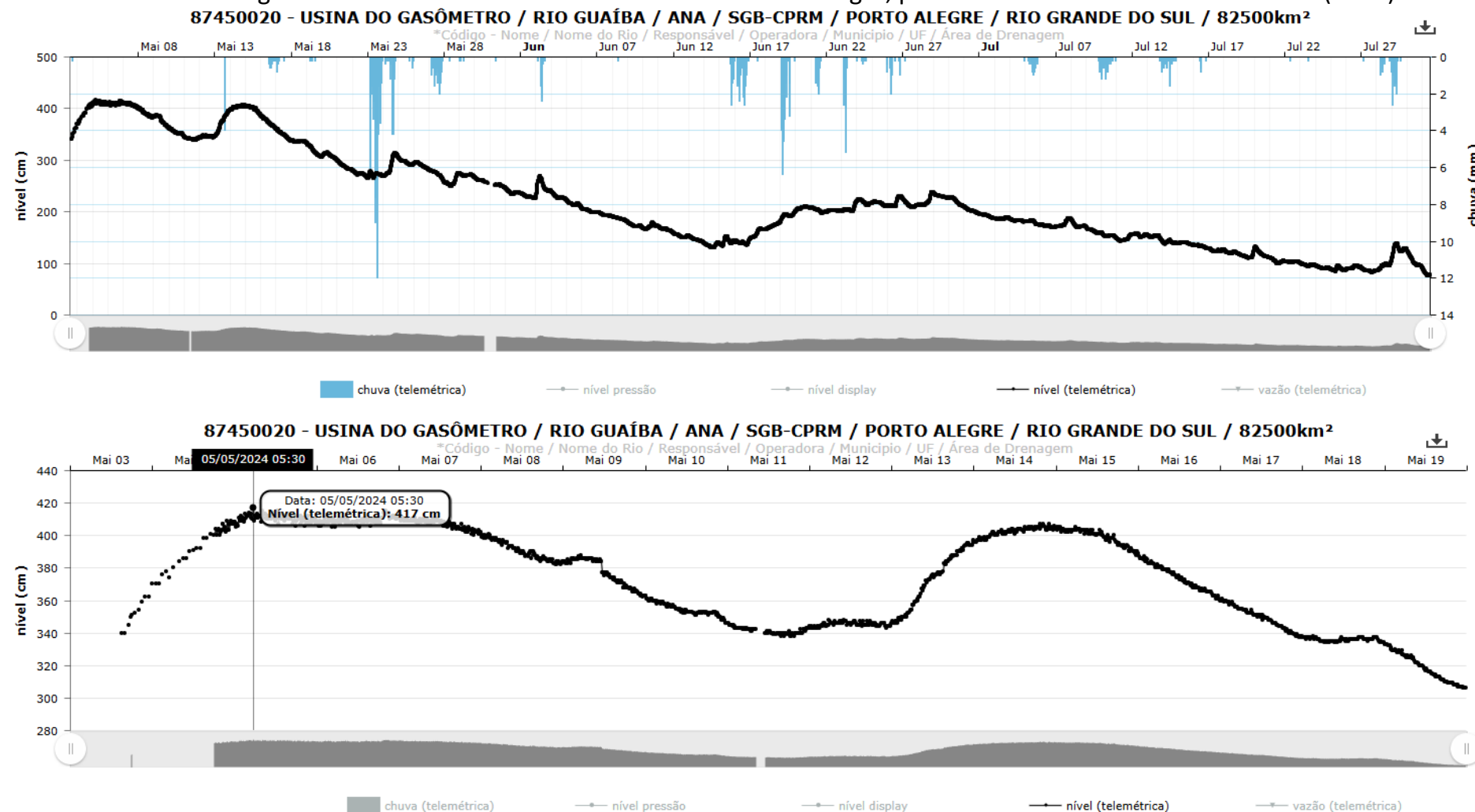


Figura 17. Gráfico do hidrotelemetria da ANA mostrando o comportamento do nível real na foz do rio Jacuí e início do Guaíba, em Porto Alegre, na estação Usina do Gasômetro (87450020). Um maior detalhamento destes dados, e mais informações sobre as cotas da grande cheia de maio de 2024 no centro de Porto Alegre, pode ser acessado em Germano *et al.* (2024).



A marca de cheia da estação Ponte BR-386 (87290000), com cota nivelada de 8,584 m, pode ser observada na Figura 18. Destaca-se a informação da cota nivelada desta estação visto que a mesma está próxima do exutório do rio Caí no rio Jacuí.

Figura 18. Marca de cheia (8,584 m) nivelada do rio Caí, no município de Nova Santa Rita / RS, na região metropolitana da capital Porto Alegre / RS, referente a estação fluviométrica Ponte BR-3863 (87290000).



Os dados apresentados na Tabela 9 (Figura 19) são oriundos de nivelamentos das marcas de cheia, ou de leitura direta na régua linimétrica, da grande inundação sofrida pelo estado do Rio Grande do Sul em maio de 2024. Os nivelamentos das marcas de cheia foram executados pelas equipes de campo da hidrologia do SGB de Porto Alegre. Ressalta-se que nem todos os dados apresentados na Tabela 9 são provenientes da primeira onda da grande inundação de maio de 2024, como no caso da estação Passo Tainhas (86160000), no município de Jaquirana / RS, cuja maior cota lida, em maio de 2024, foi observada às 17h00 do dia 12/05/2024 (lido na régua 650 cm), na segunda onda (nivelado 651 cm), conforme pode ser comparado nas Figuras 2, 10, 16 e 17. Também é importante acrescentar que nem todas as

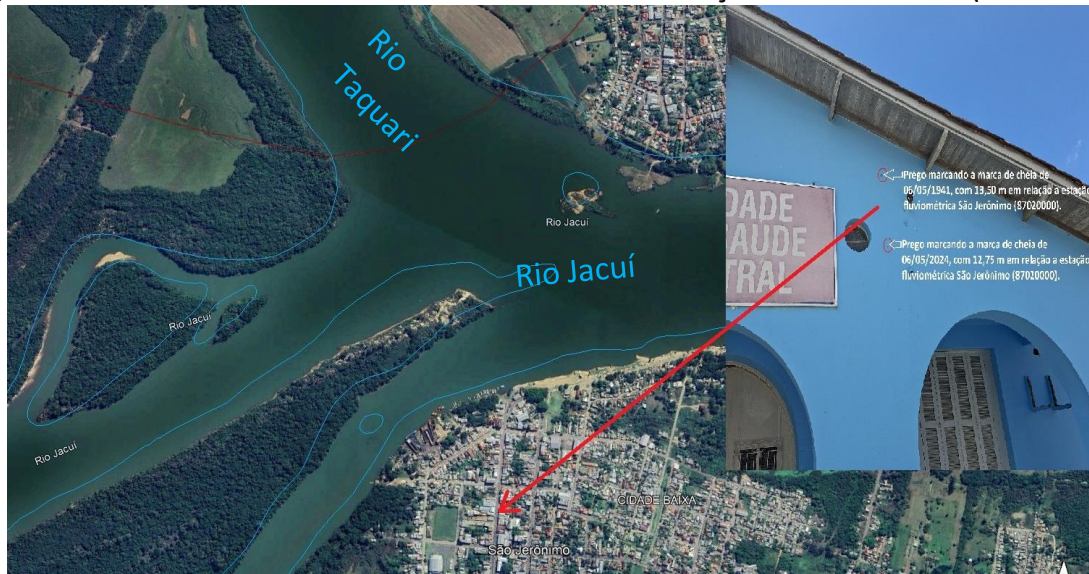
cotas niveladas e/ou lidas na régua linimétrica, que constam na Tabela 9, são as maiores cotas registradas, nos respectivos rios, das séries históricas das respectivas estações. Isto pode ser observado na mesma estação Passo Tainhas (86160000), em que a cota de 651 cm, com as informações atualmente disponíveis, seria a quinta maior cota do banco de dados da série histórica de dupla leitura e a sétima do banco de dados da série histórica de leitura média. Outro exemplo, neste sentido que nem todas as cotas niveladas e/ou lidas na régua linimétrica, que estão registradas na Tabela 9, são as maiores da série histórica, é Passo do Mendonça (87905000), cuja cota nivelada de 7,718 m, seria a sétima da série histórica até o momento registrada. A maior cota registrada em Passo do Mendonça (87905000) é de 8,15 m do dia 14/09/2023.

Na estação fluviométrica Maquiné (87317030), comparando a cota nivelada em campo (Tabela 9) de 4734 mm (4,734 m) com o dado telemétrico de cota máxima registrado as 6h15min no dia 02/05/2024, de 4,82 m, observa-se uma diferença mínima de 86 mm (8,6 cm). Na série histórica da estação Maquiné (87317030) há dois registros maiores que esse do nivelamento, em 04 de maio de 2008 e 28 de junho de 1982, com 4,80 m.

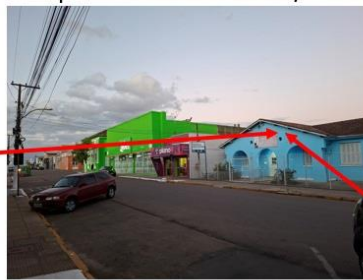
Na estação fluviométrica de São Jerônimo (87020000), bem no início da sub-bacia 87, localizada na margem direita do rio Jacuí bem na frente do exutório do rio Taquari, os novos lances de réguas instalados em novembro de 2025, contemplam a leitura do nível do rio Jacuí entre 7 e 14 metros na cidade de São Jerônimo/RS. Estes lances de régua linimétricas foram instalados em reposição aos lances de réguas afetados pela grande inundação de 03 de maio de 2024, e, também, para se alcançar a leitura do nível do rio Jacuí de 13,50 m, registrado na grande inundação histórica de 06 de maio de 1941, conforme mostrado nas imagens da Figura 19.

Conforme pode ser observado na Figura 19, a equipe de hidrologia do SGB realizou o levantamento e a marcação física das cotas históricas das duas maiores inundações registradas na cidade: 12,75 m, em 03/05/2024; e 13,50 m, em 06/05/1941. O local escolhido para se fazer as marcas físicas das duas maiores inundações registradas foi um local público, na fachada do posto de saúde do centro do município, denominado Unidade de Saúde Central (Figura 19), localizado na av. Ramiro Barcelos, entre a rua Gen. Barreto Leite e av. Rio Branco. A cota registrada de 13,50 m da grande inundação de maio de 1941, presente no banco de dados da Rede Hidrometeorológica Nacional, foi confirmada pela atual equipe de hidrologia do SGB por meio de um nivelamento da marca de cheia desta inundação, em um prédio antigo da cidade, localizado na esquina da av. Ramiro Barcelos com a rua Gen. Barreto Leite, utilizando uma foto antiga, de 06/05/1941, mostrando o nível do rio Jacuí nesta edificação. Com esse trabalho de campo da hidrologia do SGB, de nivelamento das marcas de cheia das duas maiores inundações registradas em São Jerônimo/RS, se confirma que a grande inundação de 06/05/1941, com 13,50 m, ficou 75 cm acima da segunda maior inundação registrada, de 03/05/2024, com 12,75 m.

Figura 19. Marcas de cheia de 1941 e 2024 na estação São Jerônimo (87020000).



Transporte/marcação da cota de inundação de 06/05/1941 e de 03/05/2024 na Unidade de Saúde Central do município de São Jerônimo/RS.



Marcas com prego na fachada da Unidade de Saúde Central de São Jerônimo/RS, localizado na av. Ramiro Barcelos, entre a rua Gen. Barreto Leite e av. Rio Branco.



Esquina do antigo Banco da Província, em São Jerônimo/RS, na inundação de 06/05/1941, localizado na esquina da av. Ramiro Barcelos com a rua Gen. Barreto Leite.

Nível do rio Jacuí de 13,50 m no banco de dados do SGB.



Atual Loja Lebes, antigo Banco da Província, em São Jerônimo/RS, na inundação de 06/05/1941, localizado na esquina da av. Ramiro Barcelos com a rua Gen. Barreto Leite.

Nível do rio Jacuí na inundação de 06/05/1941, nivelado pela foto antiga da esquerda, ficou em 13,57 m. Considerando a imprecisão visual da foto antiga, considera-se correto o dado de 13,50 m, contido no banco de dados do SGB, referente ao nível do rio Jacuí em 06/05/1941 em São Jerônimo/RS.



Figura 17. Gráfico ilustrativo da telemetria no SACE do SGB, mostrando o comportamento do nível real na foz do rio Jacuí e início do Guaíba, em Porto Alegre, na estação Usina do Gasômetro (87450020), a partir do final de abril de 2024 até 24/09/2024. Um maior detalhamento destes dados, e mais informações sobre as cotas da grande cheia de maio de 2024 no centro de Porto Alegre, pode ser acessado em Germano *et al.* (2024).

Nível da Foz do Rio Jacuí / Início do Guaíba na Usina do Gasômetro em Porto Alegre (cm)

Período: 28/03/2024 13:22 a 24/09/2024 13:22

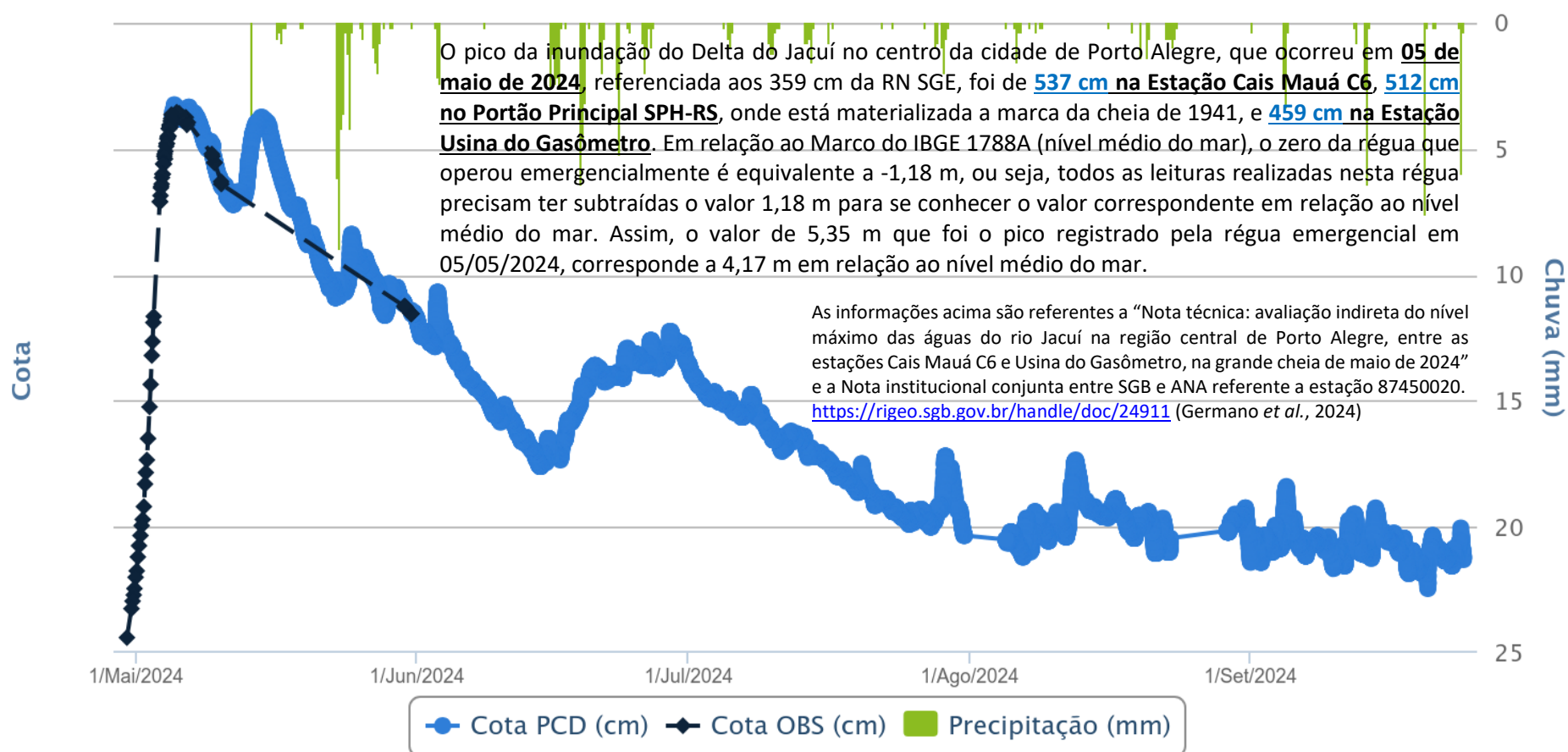


Figura 18. Gráfico do hidrotelemetria da ANA mostrando o comportamento do nível real na foz do rio Jacuí e início do Guaíba, em Porto Alegre, na estação Usina do Gasômetro (87450020). Um maior detalhamento destes dados, e mais informações sobre as cotas da grande cheia de maio de 2024 no centro de Porto Alegre, pode ser acessado em Germano *et al.* (2024).

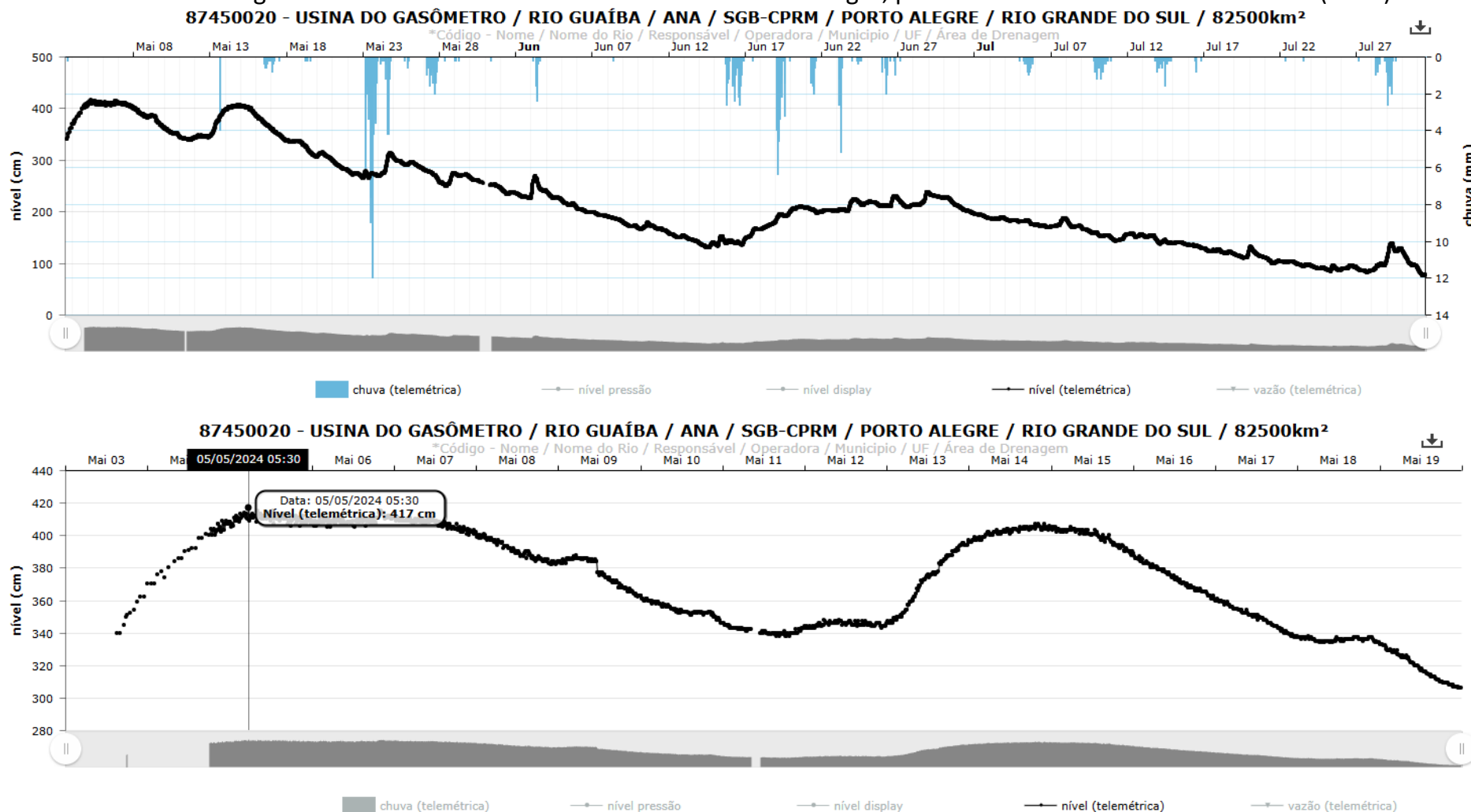


Tabela 9. Cotas da grande cheia do início de maio de 2024, em estações fluviométricas operadas pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB), e de responsabilidade da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), niveladas nos meses seguintes ao evento de inundação.

Código	Nome da Estação	Nome do Curso D'Água	Nome do Município	Latitude Geodésica	Longitude Geodésica	Latitude Decimal	Longitude Decimal	Cota Nivelada Cheia de Maio de 2024 (m)
72680000	PASSO COLOMBELLI	Rio Apue ou Ligeiro	Marcelino Ramos	-27°33'43"	-51°51'28"	-27,56194	-51,85778	11,34
74205000	LINHA CESCO	Arroio Caturete	Sarandi	-27°48'47"	-53°01'46"	-27,81306	-53,02944	10,01
74270000	PASSO RIO DA VÁRZEA	Rio da Várzea	Frederico Westphalen	-27°16'43"	-53°19'13"	-27,27861	-53,32028	15,18
74370000	PALMITINHO	Rio Guarita	Palmitinho	-27°19'58"	-53°38'40"	-27,33278	-53,64444	13,70
74460000	PONTE DO RIO TURVO	Rio Turvo	Santo Augusto	-27°49'29"	-53°43'49"	-27,82472	-53,73028	7,28
74470000	TRÊS PASSOS	Rio Turvo	Três Passos	-27°23'32"	-53°52'51"	-27,39222	-53,88083	9,49
75155000	PASSO FAXINAL	Rio Ijuí	Ajuricaba	-28°17'13"	-53°46'51"	-28,28694	-53,78083	8,28
75200000	CONCEIÇÃO	Rio Conceição	Ijuí	-28°27'16"	-53°58'23"	-28,45444	-53,97306	9,29
75600000	PASSO DAS TURMAS	Rio Icamaquã	Santiago	-28°50'14"	-54°51'18"	-28,83722	-54,85500	8,72
75650000	ITACURUBI	Rio Icamaquã	Bossoroca	-28°44'33"	-55°09'43"	-28,74250	-55,16194	12,70
75700000	PASSO DO NOVO	Rio Icamaquã	São Borja	-28°40'58"	-55°34'46"	-28,68278	-55,57944	7,90
76100000	VILA CLARA	Rio Toropi	São Pedro do Sul	-29°33'22"	-54°20'32"	-29,55611	-54,34222	15,21

76460000	ERNESTO ALVES	Rio Jaquarizinho	Santiago	-29°21'45"	-54°44'07"	-29,36250	-54,73528	13,24
76500000	JACAQUÁ	Rio Ibicuí	Alegrete	-29°41'13"	-55°11'46"	-29,68694	-55,19611	13,45
76560000	MANOEL VIANA	Rio Ibicuí	Manoel Viana	-29°35'45"	-55°28'53"	-29,59583	-55,48139	14,84
76650000	PASSO DA CACHOEIRA	Rio Itu	Manoel Viana	-29°18'31"	-55°42'25"	-29,30861	-55,70694	8,58
76800000	PASSO MARIANO PINTO	Rio Ibicuí	Itaqui	-29°18'33"	-56°03'19"	-29,30917	-56,05528	11,71
77590000	BARRA DO QUARAÍ	Rio Quaraí	Barra do Quaraí	-30°12'48"	-57°33'12"	-30,21333	-57,55333	10,48
85400000	DONA FRANCISCA	Rio Jacuí	Dona Francisca	-29°37'37"	-53°21'10"	-29,62694	-53,35278	11,54
85470000	PONTE SÃO GABRIEL	Rio Vacacaí	São Gabriel	-30°21'35"	-54°18'48"	-30,35972	-54,31333	9,21
85480000	PASSO DO ROCHA	Rio Vacacaí	São Gabriel	-30°13'53"	-53°59'07"	-30,23139	-53,98528	9,38
85600000	PASSO DAS TUNAS	Rio Vacacaí	Formigueiro	-29°55'33"	-53°25'00"	-29,92583	-53,41667	10,60
85623000	SÃO SEPÉ - MONTANTE	Rio São Sepé	São Sepé	-30°11'39"	-53°33'48"	-30,19417	-53,56333	12,04
85642000	PASSO SÃO LOURENÇO	Rio Jacuí	Cachoeira do Sul	-30°00'28"	-53°00'56"	-30,00778	-53,01556	15,45
85735000	CANDELÁRIA MONTANTE	Rio Pardo	Candelária	-29°39'28"	-52°47'12"	-29,65778	-52,78667	10,24
85830000	SANTA CRUZ MONTANTE	Rio Pardinho	Santa Cruz do Sul	-29°42'22"	-52°28'05"	-29,70611	-52,46806	8,99
85900000	RIO PARDO	Rio Jacuí	Rio Pardo	-29°59'42"	-52°22'32"	-29,99500	-52,37556	20,21

86160000	PASSO TAINHAS	Rio Tainhas	Jaquirana	-28°52'05"	-50°27'22"	-28,86806	-50,45611	6,50
86472000	LINHA JOSÉ JÚLIO	Rio das Antas	Santa Tereza	-29°05'52"	-51°41'59"	-29,09778	-51,69972	25,82
86472600	SANTA TEREZA	Rio Taquari	Santa Tereza	-29°10'41"	-51°43'56"	-29,17806	-51,73222	22,42
86500000	PASSO CARREIRO	Rio Carreiro	Guaporé	-28°50'56"	-51°49'57"	-28,84889	-51,83250	13,10
¹ 86510000	MUÇUM	Rio Taquari	Muçum	-29°10'02'	-51°52'07"	-29,16722	-51,86861	26,00
86560000	LINHA COLOMBO	Rio Guaporé	Guaporé	-28°54'44"	-51°57'11"	-28,91222	-51,95306	8,80
86720000	ENCANTADO	Rio Taquari	Encantado	-29°14'04"	-51°51'18"	-29,23444	-51,85500	23,14
86745000	PASSO DO COIMBRA	Rio Forqueta	Pouso Novo	-29°12'58"	-52°09'44"	-29,21611	-52,16222	14,21
86780000	BARRA DO FÃO	Rio Forqueta	Travesseiro	-29°13'26"	-52°09'44"	-29,22389	-52,16222	15,14
² 86879300	ESTRELA	Rio Taquari	Estrela	-29°28'24"	-51°57'44"	-29,47333	-51,96222	33,67
³ 86881000 ³ 86882000	BOM RETIRO DO SUL	Rio Taquari	Bom Retiro do Sul	3	3	3	3	² 22,09
86895000	PORTO MARIANTE	Rio Taquari	Venâncio Aires	-29°41'32"	-51°58'12"	-29,69222	-51,97000	20,50
86950000	TAQUARI	Rio Taquari	Taquari	-29°48'25"	-51°52'33"	-29,80690	-51,87560	16,99
87020000	SÃO JERÔNIMO	Rio Jacuí	São Jerônimo	-29°57'12"	-51°43'29"	-29,95333	-51,72472	12,75
87150000	LINHA GONZAGA	Rio Caí	Caxias do Sul	-29°18'27"	-50°59'45"	-29,30750	-50,99583	9,32

87160000	NOVA PALMIRA	Rio Caí	Caxias do Sul	-29°20'08"	-51°11'20"	-29,33556	-51,18889	10,78
87163000	VALE REAL	Rio Caí	Vale Real	-29°23'59,66"	-51°15'13,08"	-29,40000	-51,25360	15,71
87165000	FELIZ	Rio Caí	Feliz	-29°27'20"	-51°18'23"	-29,45556	-51,30639	15,47
87168000	SÃO VENDELINO	Arroio Forromeco	São Vendelino	-29°22'58"	-51°22'08"	-29,38278	-51,36889	6,36
87170000	BARCA DO CAÍ	Rio Caí	São Sebastião do Caí	-29°35'24"	-51°23'00"	-29,59000	-51,38333	17,51
87230000	COSTA DO RIO CADEIA	Rio Cadeia	São Sebastião do Caí	-29°35'26"	-51°18'49"	-29,59056	-51,31361	12,16
87270000	PASSO MONTENEGRO	Rio Caí	Montenegro	-29°42'04"	-51°26'28"	-29,70111	-51,44111	10,02
87290000	PONTE DO CAÍ – BR386	Rio Caí	Nova Santa Rita	-29°49'20"	-51°20'59"	-29,82222	-51,34972	8,58
87309000	ITATI	Rio Três Forquilhas	Três Forquilhas	-29°30'34"	-50°05'27"	-29,50944	-50,09083	7,43
87317030	MAQUINÉ	Rio Maquiné	Maquiné	-29°39'07"	-50°12'33"	-29,6519	-50,2092	4,73
87374000	TAQUARA - MONTANTE	Rio dos Sinos	Taquara	-29°43'12"	-50°44'03"	-29,72000	-50,73417	9,52
87380000	CAMPO BOM	Rio dos Sinos	Campo Bom	-29°41'30"	-51°02'46"	-29,69167	-51,04611	8,54
87382000	SÃO LEOPOLDO	Rio dos Sinos	São Leopoldo	-29°45'32"	-51°08'54"	-29,75889	-51,14833	8,11
87399000	PASSO DAS CANOAS AUXILIAR	Rio Gravataí	Gravataí	-29°57'52"	-50°58'40"	-29,96444	-50,97778	6,25
87406000	ALBATROZ	Rio Gravataí	Canoas	-29°57'57"	-51°09'56"	-29,9658	-51,1656	6,23

⁴ 87450004	CAIS MAUÁ C6	Rio Jacuí	Porto Alegre	-30°01'16"	-51°13'16"	-30,02111	-51,22111	⁴ 5,37
87450005	ILHA DA PINTADA	Rio Jacuí	Porto Alegre	-30°01'48"	-51°15'02"	-30,03000	-51,25056	4,99
⁵ 87450020	USINA DO GASÔMETRO	Rio Jacuí	Porto Alegre	-30°02'05"	-51°14'31"	-30,03472	-51,24194	⁵ 4,17
87460007	CRISTAL	Rio Guaíba	Porto Alegre	-30°05'33"	-51°14'58"	-30,09250	-51,24944	4,22
87460120	IPANEMA	Rio Guaíba	Porto Alegre	-30°08'07"	-51°13'58"	-30,13528	-51,23278	3,97
87460200	ARROIO DO SALSO	Arroio do Salso	Porto Alegre	-30°10'09"	-51°10'42"	-30,16917	-51,17833	4,65
87500020	PONTA DOS COATIS	Rio Guaíba	Porto Alegre	-30°15'33"	-51°09'21"	-30,25917	-51,15583	3,67
87540000	ARAMBARÉ	Laguna dos Patos	Arambaré	-30°54'24"	-51°29'34"	-30,90667	-51,49278	2,93
87905000	PASSO DO MENDONÇA	Rio Camaquã	Cristal	-31°00'43"	-52°03'09"	-31,01194	-52,05250	7,72
87915000	PACHECA	Rio Camaquã	Camaquã	-31°07'50"	-51°47'19"	-31,13056	-52,23861	9,45
87921000	SÃO LOURENÇO	Laguna dos Patos	São Lourenço do Sul	-31°22'40"	-51°57'32"	-31,37778	-51,95889	2,91
87955000	LARANJAL	Laguna dos Patos	Pelotas	-31°46'21"	-52°13'31"	-31,77250	-52,22528	2,88

¹ Cota não nivelada. Leitura feita diretamente na seção de réguas existente.

² Cota nivelada em Lajeado/RS, da cheia de 02/05/2024, considerando o nível da estação fluviométrica Estrela (86879300) foi de exatos 33666 mm.

³ Estação fluviométrica com código e/ou coordenada que necessita verificação/correção e/ou em fase de implementação.

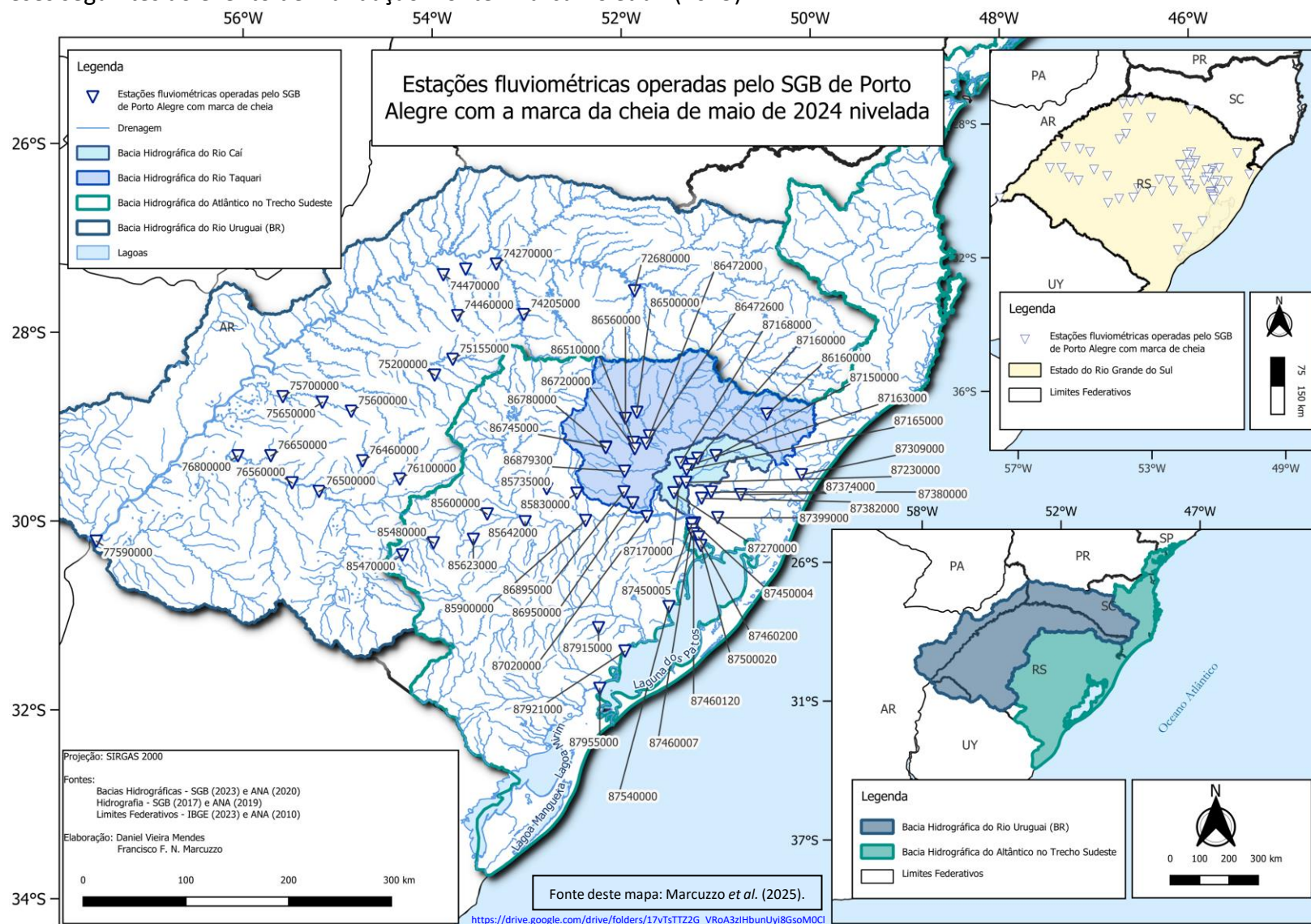
⁴ Cota da marca de cheia da capital Porto Alegre, no Cais Mauá C6, atrás da rodoviária, na grande cheia de maio de 2024 no Rio Grande do Sul. Cota nivelada pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB), em parceria com o Exército Brasileiro, e publicado pelo SGB no Repositório Institucional em Geociências (RIGEO) em <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/24911>.

⁵ Código e coordenadas da estação fluviométrica Usina do Gasômetro, operada pelo SGB de Porto Alegre, foi revisto. Os dados iniciais na estação fluviométrica emergencial, foram compilados na estação denominada no inventário da ANA de Usina do Gasômetro (Cheia 2024), sob o código 87444000. Cota nivelada pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB), em parceria com o Exército Brasileiro, e publicado pelo SGB no Repositório Institucional em Geociências (RIGEO) em <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/24911>. Segundo a nota conjunta entre o SGB e ANA, em relação

ao Marco do IBGE 1788A (nível médio do mar), o zero da régua que operou emergencialmente é equivalente a -1,18 m, ou seja, todos as leituras realizadas nesta régua precisam ter subtraídas o valor 1,18m para se conhecer o valor correspondente em relação ao nível médio do mar. Com isso, o valor de 5,35 m que foi o pico registrado pela régua emergencial em 05/05/2024, corresponde a 4,17 m em relação ao nível médio do mar e na estação fluviométrica Usina do Gasômetro (87450020).

Atenção: Os dados de coordenadas de localização das estações fluviométricas são oriundos do último inventário de estações da rede hidrometeorológica nacional, disponível on line, no endereço: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/download>.

Figura 19. Mapa das estações fluviométricas operadas pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB), com as marcas da grande cheia do início de maio de 2024 niveladas nos meses seguintes ao evento de inundação. Fonte: Marcuzzo *et al.* (2025).



6 INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até a data desta publicação, considerando as séries históricas das estações fluviométricas operadas pela hidrologia do SGB, e, considerando os últimos 80 anos, as três maiores inundações registradas na bacia do Taquari-Antas, a depender da localidade dentro do território da bacia, foram, em ordem decrescente: 1ª 01 e 02/05/2024, 2ª 04 e 05/09/2023 e 3ª 18 e 19/11/2023.

Na Tabela 10, a seguir, conforme levantamento feito especificamente para essa Nota Técnica, observa-se um resumo das vazões máximas (de pico), nas três maiores inundações registradas até o momento, nas Usinas Hidrelétricas (UHEs) de Castro Alves, Monte Claro e 14 de Julho, e nas Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) de Rio Carreiro e Rio Forqueta. Para comparação, a Tabela 2 e a Figura 5, do início desta Nota Técnica, mostra as cotas na estação Linha José Júlio (86472000), localizada logo a jusante da UHE 14 de Julho, nos três eventos de inundação, conforme a Tabela 10. A Figura 5 mostra os polígonos com as áreas da bacia hidrográfica do Taquari cujos registros de cotas alcançaram maiores níveis na inundação de setembro de 2023 em relação a inundação de maio de 2024.

Tabela 10. Resumo das vazões máximas (de pico) nas Usinas Hidrelétricas (UHEs) de Castro Alves, Monte Claro e 14 de Julho, e nas Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) de Rio Carreiro e Rio Forqueta, nas três maiores inundações registradas até o momento.

Código	Ponto de Monitoramento	Data da Inundação			Latitude	Longitude	Área de Drenagem (km²)	Porcentagem (%) da Área de Drenagem em Relação a Área de Drenagem Total Bacia do Taquari (26.373 km²)
		09/2023	11/2023	05/2024				
		Vazão Máxima de Pico (m³.s⁻¹)						
86305000	UHE Castro Alves	9.636	9.323	8.272	-29,01	-51,39	7,743	29,4%
86448000	UHE Monte Claro	14.807	9.765	9.964	-29,03	-51,52	12,114	45,9%
86470800	UHE 14 de Julho	15.114	14.164	12.194	-29,07	-51,67	12,758	48,4%
86497400	PCH do Rio Carreiro (mais a jusante)	5.092	2.053	2.158	-28,83	-51,84	1,785	6,8%
86744000	PCH do Rio Forqueta (mais a jusante)	233	235	-	-29,08	-52,21	647	2,5%

Na Tabela 9 observa-se 69 dados de níveis máximos de cursos d'água, da grande cheia de maio de 2024, referentes a estações fluviométricas distribuídas em todo território do Rio Grande do Sul, das quais 68 são operadas pelo SGB e uma

operada pela Secretária do Meio Ambiente (SEMA), que é a estação do Cais Mauá C6 (87450004). Destas 68 estações, uma é Muçum (86510000) e a outra é Passo do Novo (75700000), que já possuíam régua instalada para a leitura, portanto não teve sua cota nivelada e sim lida (o próprio prefeito de Muçum/RS leu e registrou a cota na madrugada de 02/05/2024 e na estação Passo do Novo o observador leu a cota).

Até a presente versão desta Nota Técnica há 69 nivelamentos topográficos verificados e conferidos de estações fluviométricas operadas pelo SGB de Porto Alegre, da grande cheia de maio de 2024.

Considerando os dados do inventário atual das estações operadas pelo SGB de Porto Alegre (Tabela 9), em parceria com a Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA - <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/download>), considerando apenas o estado do Rio Grande do Sul (já que o SGB de Porto Alegre opera também estações em Santa Catarina), conforme pode ser observado na Tabela 11, há 69 estações fluviométricas na bacia 8 (bacia do Atlântico – Trecho Sudeste) e 50 estações fluviométricas na bacia 7 (bacia do Uruguai), todas em operação, totalizando 119 estações fluviométricas operadas pelo SGB de Porto Alegre no estado do Rio Grande do Sul.

Tabela 11. Número de estações fluviométricas operadas pelo SGB, a maioria em parceria com a ANA, pela equipe de hidrologia da superintendência de Porto Alegre, dividido por estado da federação, Rio Grande do Sul ou Santa Catarina, e por bacia hidrográfica, Uruguai (7) ou Atlântico – Trecho Sudeste (8). Dados referentes a 12/2024.

	Número de Estações Fluviométricas SGB POA em 10/2024					
	Rio Grande do Sul		Santa Catarina		Total	
	Número	Percentual	Número	Percentual	Número	Percentual
Bacia 7	50	42 %	22	100 %	72	51 %
Bacia 8	69	58 %	0	0 %	69	49 %
Total	119	100 %	22	100 %	141	100 %

Nesta versão da Nota Técnica, considerando que, dos 69 dados de cotas máximas da Tabela 9, 18 são da bacia do rio Uruguai (7) e 51 são da bacia do Atlântico – Trecho Sudeste (menos a estação Cais Mauá C6, da SEMA), até esta versão da nota técnica, o SGB de Porto Alegre nivelou e/ou registrou, de suas estações no Rio Grande do Sul, aproximadamente 26 % de cotas máximas niveladas na bacia do rio Uruguai (7) e, aproximadamente, 74 % na bacia do Atlântico – Trecho Sudeste (8).

No estudo “rios da região sul possuem as cheias mais abruptas do Brasil”, publicado por Miranda *et al.* (2024), os autores relatam que à análise de variação diária máxima dos níveis revela que os rios do sul do Brasil podem apresentar ascensão significativas de cota em apenas 24 horas, se destacando das demais regiões do Brasil. Os autores também relatam que, em cheias frequentes a região sul mostra variações de até 6 m em 24 horas, enquanto o restante do país não passa, em média, de 2 m. Quanto a eventos mais raros, os autores mostram que essa diferença se torna ainda maior, com variações superando 8 m em alguns pontos, enquanto as subidas máximas em 24 horas em outros locais continuam em torno de 2 m. Já no estudo “O desastre hidrológico excepcional de abril-maio de 2024 no sul do Brasil”, publicado na Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Collischonn *et al.* (2024) detalham e sintetizam cientificamente o desastre hidrológico ocorrido no Rio Grande do Sul em maio de 2024, mostrando dados pluviométricos e fluviométricos. Na publicação de Paiva *et al.* (2025), sobre a caracterização e modelagem das cheias de 2023 e 2024 no Rio Grande do Sul em escala regional, há uma diversidade de dados importantes para o entendimento técnico das inundações de 2023 e 2024. Um complemento de discussão desta publicação pode ser acessado em Marcuzzo *et al.* (2025a) e nos levantamentos dos zeros ortométricos de parte das seções de réguas das estações aqui apresentadas podem ser acessados em Marcuzzo e Silva (2025) e Marcuzzo *et al.* (2025b).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.sgb.gov.br/handle/doc/17189>. Acesso em: 29 ago. 2024.

ANA. **As enchentes no Rio Grande do Sul: lições, desafios e caminhos para um futuro resiliente**. Brasília: ANA, 2025. 57 p. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/25529>. Acesso em: 14 mai. 2025.

COLLISCHONN, W.; FAN, F. M.; POSSANTTI, I.; DORNELLES, F.; PAIVA, R.; MEDEIROS, M. S.; MICHEL, G. P.; MAGALHÃES FILHO, F. J. C.; MORAES, S. R.; MARCUZZO, F. F. N.; MICHEL, R. D. L.; BESKOW, T. L. C.; BESKOW, S.; FERNANDES, E. H. L.; SANTOS, L. L.; RUHOFF, A.; KOBİYAMA, M.; COLLARES, G. L.; BUFFON, F.; DUARTE, E.; LIMA, S.; MEIRELLES, F. S. C.; PICCILLI, D. G. A. The exceptional hydrological disaster of April-May 2024 in southern Brazil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 30, e1, 2025. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/25488> e <http://www.hydroshare.org/resource/d9e5c2ffb49a4b729b240f3eb3084ff4>. Acesso em: 26 mar. 2025.

COLLISCHONN, W.; RUHOFF, A.; CABELEIRA FILHO, R.; PAIVA, R.; FAN, F.; POSSA, T.; PICKBRENNER, K. **Chuva da cheia de 2024 foi mais volumosa e intensa que a da cheia de 1941 na bacia hidrográfica do Guaíba**. Porto Alegre: UFRGS-IPH, 2024. (Nota Técnica). Disponível em: <https://www.ufrgs.br/iph/nota-tecnica-chuva-da-cheia-de-2024-foi-mais-volumosa-e-intensa-que-a-da-cheia-de-1941-na-bacia-hidrografica-do-guaiba/>. Acesso em: 29 jul. 2024.

GERMANO, A. de O.; LAMBERTY, D.; SILVA, E. D.; BUFFON, F. T.; PEDROLLO, M. C. R. **Nota técnica: Avaliação indireta do nível máximo das águas do delta do rio Jacuí na região central de Porto Alegre, entre as estações Cais Mauá C6 e Usina do Gasômetro, na grande cheia de maio de 2024. 2ª versão**. Porto Alegre: Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2024. Programa Gestão de Riscos e de Desastres. Ação levantamentos, estudos, previsão e alerta de eventos hidrológicos críticos. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/24911>. Acesso em: 29 jul. 2024.

GOLDENFUM, J. A.; RUHOFF, A.; FAN, F. M.; PAIVA, R.; COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F.; MEIRELLES, F.; MICHEL, G. P.; KOBİYAMA, M. **Nota sobre a cheia ocorrida nos dias 4 e 5 de setembro na Bacia do Rio Taquari-Antas**. Porto Alegre: UFRGS-IPH, 2023. Disponível em: <https://www.assufrgs.org.br/wp-content/uploads/2023/09/Nota-sobre-a-cheia-ocorrida-nos-dias-4-e-5-de-setembro-na-Bacia-do-rio-Taquari-v2.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2024.

GUIMARÃES, G. M.; ALMEIDA, D. B.; MARCUZZO, F. F. N. SIG na construção de diagramas unifilares das estações F, FD, P, Pr além das UHE, PCH, CGH das sub-bacias 80 a 84 na bacia hidrográfica do Atlântico – Trecho Sudeste. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 18., 2017, Santos, SP. **Anais...** Santos, SP: INPE, 2017. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/17848>. Acesso em: 29 ago. 2024.

GUIMARÃES, G. M.; FINCK, J. S.; MARCUZZO, F. F. N. Construção de diagramas unifilares da rede hidrometeorológica nacional e de aproveitamentos hidrelétricos das sub-bacias 85 a 88, na bacia hidrográfica do Atlântico – trecho sudeste. **Geographia Meridionalis** - Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, v. 03, n. 3. p. 276–300, jul-dez. 2017. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/18953>. Acesso em: 29 ago. 2024.

HASENACK, H.; WEBER, E. (org.). **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000**. Porto Alegre, 2010. UFRGS Centro de Ecologia. 1 DVD-ROM. (Série Geoprocessamento n.3). ISBN 978-85-63483-00-5 (livreto) e ISBN: 978: - 85: - 63843: - 01: - 2: (DVD). Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/labgeo/index.php/downloads/dados-geoespaciais/base-cartografica-vetorial-continua-do-rio-grande-do-sul-escala-150-000/>>. Acesso em: 22 Set. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **API do Serviço de posicionamento por ponto preciso (IBGE-PPP): versão 1.0.0**. [Brasília, DF]: IBGE, 2023. Disponível em: <https://servicodados.ibge.gov.br/api/docs/ppp?versao=1>. Acesso em: 23 set. 2024.

LIMA, S.; PAIVA, R. **Análise dos impactos em cenários de rompimento hipotéticos da UHE 14 de julho no rio Taquari-Antas**. Porto Alegre: UFRGS-IPH, 2024. (Nota Técnica). Disponível em: <https://www.ufrgs.br/iph/nota-tecnica-analise-dos-impactos-em-cenarios-de-rompimento-hipoteticos-da-uhe-14-de-julho-no-rio-taquari-antas/>. Acesso em: 29 jul. 2024.

MARCUZZO, F. F. N. Bacia hidrográfica do rio Uruguai: altimetria e áreas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRH, 2017. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/18489>. Acesso em: 29 ago. 2024.

MARCUZZO, F. F. N. Bacias hidrográficas e regiões hidrográficas do Brasil: cálculo de áreas, diferenças e considerações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRH, 2017. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/18492>. Acesso em: 29 ago. 2024.

MARCUZZO, F. F. N. Mapas e opções de divisão territorial do estado do Rio Grande do Sul por bacias hidrográficas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 49., 2018, Rio

de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG, 2018. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/19906>. Acesso em: 29 ago. 2024.

MARCUZZO, F. F. N. **Nota técnica: bacia hidrográfica do rio Caí: características básicas, mapas, diagrama unifilar e tempo de ondas de cheia.** Porto Alegre: Serviço Geológico do Brasil, 2025. Programa Gestão de Riscos e Desastres. Ação Levantamentos, Estudos, Previsão e Alerta de Eventos Hidrológicos Críticos. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/25616>. Acesso em: 23 jul. 2025.

MARCUZZO, F. F. N. **Nota técnica: características básicas e mapas da Bacia hidrográfica do Guaíba.** Porto Alegre: Serviço Geológico do Brasil, 2025. Programa Gestão de Riscos e Desastres. Ação Levantamentos, Estudos, Previsão e Alerta de Eventos Hidrológicos Críticos. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/25594>. Acesso em: 23 jul. 2025.

MARCUZZO, F. F. N.; BAO, R.; MENDES, D. V.; TRASEL, L.; KENUP, R. E. Inundação de maio de 2024 no Rio Grande do Sul: levantamento dos níveis máximos da inundação em estações fluviométricas do Serviço Geológico do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SONSORIAMENTO REMOTO, 21., 2025, Salvador. **Anais[...]** Salvador: INPE, 2025. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/25517>. Acesso em: 23 jul. 2025.

MARCUZZO, F. F. N.; PINTO, E. J. de A. A grande cheia histórica de 2024 no Rio Grande do Sul no rio Taquari, no município de Muçum. In: ENCONTRO NACIONAL DE DESASTRES, 4., Niterói, RJ, 2024. **Anais [...]** Curitiba, PR: ABRH, 2024. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/24992>. Acesso em: 11 out. 2024.

MARCUZZO, F. F. N.; SILVA, E. D. da; MENDES, D. V. Levantamento dos zeros ortométricos das estações fluviométricas da hidrologia do Serviço Geológico do Brasil do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 21., 2025, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: INPE, 2025. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/25518>. Acesso em: 23 jul. 2025.

MARCUZZO, F. F. N.; SILVA, E. D. **Nota Técnica: Altitude Ortométrica dos Zeros das Régua das Estações Fluviométricas Operadas Pelo Serviço Geológico do Brasil nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 1ª versão. Porto Alegre: Serviço Geológico do Brasil – CPRM, 2025. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/25578>. Acesso em: 14 jul. 2025.

MARCUZZO, F. F. N.; SOUZA, C. J. R.; ALMEIDA, D. B. Bacia hidrográfica internacional do rio Uruguai e consistência dos seus divisores de água na escala 1:3.000. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 48., 2016, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: SBG, 2016. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/17127>. Acesso em: 29 ago. 2024.

MELATI, M. D.; MARCUZZO, F. F. N. Espacialização da recomendação de novas estações pluviométricas na sub-bacia 87 segundo os critérios de densidade da Organização Mundial de Meteorologia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17., 25-29 abr. 2015, João Pessoa. **Anais[...]**. São José dos Campos: INPE, 2015. v. 1. p. 27- 34. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/15130>. Acesso em: 29 mai. 2025.

MELATI, M. D.; MARCUZZO, F. F. N. Modelos digitais de elevação na delimitação automática das sub-bacias do rio Taquari-Antas no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17., 25-29 abr. 2015a, João Pessoa. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015. v. 1. p. 360-367. Disponível: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/15126>. Acesso em: 29 jul. 2024.

MENDES, D. V.; CAVEDON, T. X.; LEITE, A. P.; MARCUZZO, F. F. N.; MATTIUZI, C. D. P.; PICKBRENNER, K. Desenvolvimento de ferramenta para análise e pré-consistência de séries de nível de estações automáticas: aplicação na região sul do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 26., 2025, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRH, 2025. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br>. Acesso em: 2025.

MENDES, D. V.; MARCUZZO, F. F. N.; MATTIUZI, C. D. P. Tempos de deslocamento de aumento nos níveis dos rios caí e taquari entre estações fluviométricas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 26., 2025, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRH, 2025. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br>. Acesso em: 2025.

MIRANDA, P. T.; LIMA, S. G.; RAMALHO, N. V.; COLLISCHONN, W.; DE PAIVA, R. C. D. Rios da região sul possuem as cheias mais abruptas do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE DESASTRES, 4., 2024, Curitiba. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2024. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=17110>. Acesso em: 16 out. 2024.

NAITZEL, L. T.; GOLDENFUM, J. A.; MARCUZZO, F. F. N. Recuperação de dados históricos da rede de referência e dos sistemas de alerta do rio Caí, Taquari e Uruguai. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 15., 2020, [Brasil]. **Anais[...]**. [Brasil]: ABRH, 2020. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/21807>. Acesso em: 13 jun. 2025.

PAIVA, R. C. D.; FAN, F. M. COLLISCHONN, W.; MEDEIROS, M.; S.; OLIVEIRA, R. C.; LIMA, S. G.; CAMARGO, P.; MEDEIROS, P. M. Caracterização e modelagem das cheias de 2023 e 2024 no Rio Grande do Sul em escala regional. Porto Alegre: UFRGS: IPH; 2025. **Relatório Técnico**. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/293580>. Acesso em 4 set. 2025.

PARMA, L. H. Mapas de alerta de inundação para Lajeado: uma versão preliminar. 2025. 79 f. **TCC** (Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Hídrica) – UFRGS, IPH,

Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2025. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/294851>. Acesso em: 01 set. 2025.

PERINI, Á. B.; MARCUZZO, F. F. N. Espacialização das diferentes áreas de inundação no território do município de Colinas/RS. In: SIMPÓSIO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 13., 2016, Aracaju. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2016. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/17192>. Acesso em: 16 out. 2024.

PERINI, Á. B.; MARCUZZO, F. F. N. Mapeamento de suscetibilidade de inundação no município de Colinas/RS utilizando o modelo digital de elevação topodata. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 14., Maceió, 2018. **Anais...** Maceió: ABRH, 2018. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/20446>. Acesso em: 15 out. 2024.

SILVEIRA, A. L. L. da. Chuvas e vazões da grande enchente de 1941 em Porto Alegre, RS. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, n. 35, p. 69-90, 2020. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/217187>. Acesso em: 29 jul. 2024.

SIMON, F. W.; PICKBRENNER, K.; MARCUZZO, F. F. N. Estudo do regime hídrico pluvial e fluvial em bacia hidrográfica com precipitação homogênea. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20., Bento Gonçalves. **Anais[...]**. São Paulo: ABRH, 2013. v.1. p.1-8. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/17428>. Acesso em: 21 jun. 2025.

SOARES, D. M.; MARCUZZO, F. F. N. Grandes cheias de 2023 e 2024 do rio Taquari: estudo preliminar das áreas inundadas em Encantado e Muçum. In: ENCONTRO NACIONAL DE DESASTRES, 4., Niterói, RJ, 2024. **Anais [...]** Curitiba, PR: ABRH, 2024. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/24993>. Acesso em: 11 out. 2024.

SOUZA, C. J. R.; ALMEIDA, D. B.; KOEFENDER, A.; MARCUZZO, F. F. N. Diagramas unifilares e mapeamento das estações F, FD, P, PR e barramentos das Sub-bacias 75 a 79 no rio Uruguai. **Revista Tecno-lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 21, n. 2, p. 65-74, jul./dez. 2017. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/17839>. Acesso em: 29 ago. 2024.

TSCHIEDEL, A. da F.; PICKBRENNER, K.; MARCUZZO, F. F. N. Análise hidromorfológica da Sub-Bacia 87. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 11., 2012, João Pessoa. **Anais....** João Pessoa: ABRH, 2012. p. 1- 20. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/17426>. Acesso em: 29 jul. 2024.

AGRADECIMENTOS

O Serviço Geológico do Brasil (SGB) agradece a Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES) pelo apoio recebido nos levantamentos de campo nos municípios de Lajeado e Estrela.

O auxílio prestado pelos professores Me. Sofia Royer Moraes, Me. Rafael Rodrigo Eckhardt e o biólogo Luiz Carlos Oliveira da Silva, da UNIVATES, foi essencial para que os rastreamentos e nivelamentos das cotas de cheia pudessem ser desenvolvidos nos municípios de Lajeado e Estrela.

Igualmente, agradecemos na pessoa do cidadão Guilherme Cé, que nos ajudou de maneira ativa e solidária, aos inúmeros colaboradores anônimos que nos ajudaram no trabalho de aferição temporária das cotas da estação Estrela (86879300), localizada no município de Lajeado/RS (bacia do Taquari), durante a inundação excepcional de maio de 2025. Sem essa ajuda não conseguiríamos fornecer a informação em tempo real e registrar as cotas de uma das principais estações fluviométricas do SGB no Vale do Taquari.

Os autores desta nota técnica e as equipes de execução dos levantamentos em campo, agradecem a todos os cidadãos, residentes ou não nos municípios atingidos pela grande cheia de maio de 2024 no Rio Grande do Sul que tiveram os dados levantados, e, que, contribuíram diletantemente, e de forma voluntária, para a execução deste trabalho.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA DESTA NOTA TÉCNICA

Quando da utilização de algum dado ou informação presente nesta nota técnica, solicita-se ao usuário que utilize a referência bibliográfica abaixo, cite os autores (Marcuzzo *et al.*, 2025) e que mencione no texto que o trabalho foi executado pelo Departamento de Hidrologia (DEHID) do Serviço Geológico do Brasil (SGB).

MARCUZZO, F. F. N.; KENUP, R. E.; ZANETTI, H. P.; BENVENUTTI, L.; OLIVEIRA, M. P. de; WILSON, E. da S.; ACOSTA, C. C.; BAO, R. **Nota Técnica:** aferição direta e avaliação indireta do nível máximo de rios em estações fluviométricas e marcas de inundação no Rio Grande do Sul na grande cheia de maio de 2024. 11ª versão. Porto Alegre: Serviço Geológico do Brasil – CPRM, 2025. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/24939.10>. Acesso em: 25 jul. 2025.

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – SGB.

Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

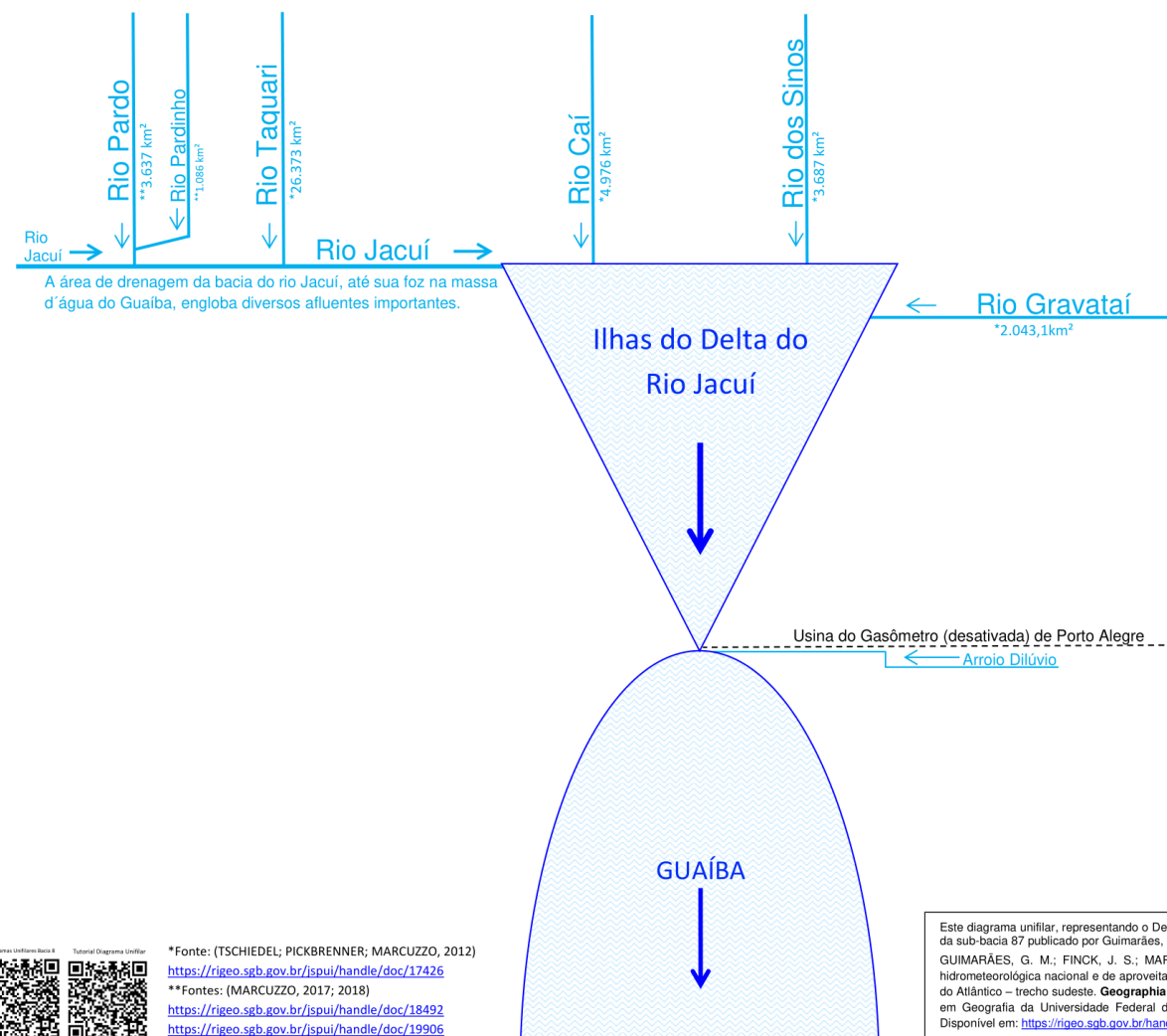
Serviço Geológico do Brasil – SGB: www.sgb.gov.br

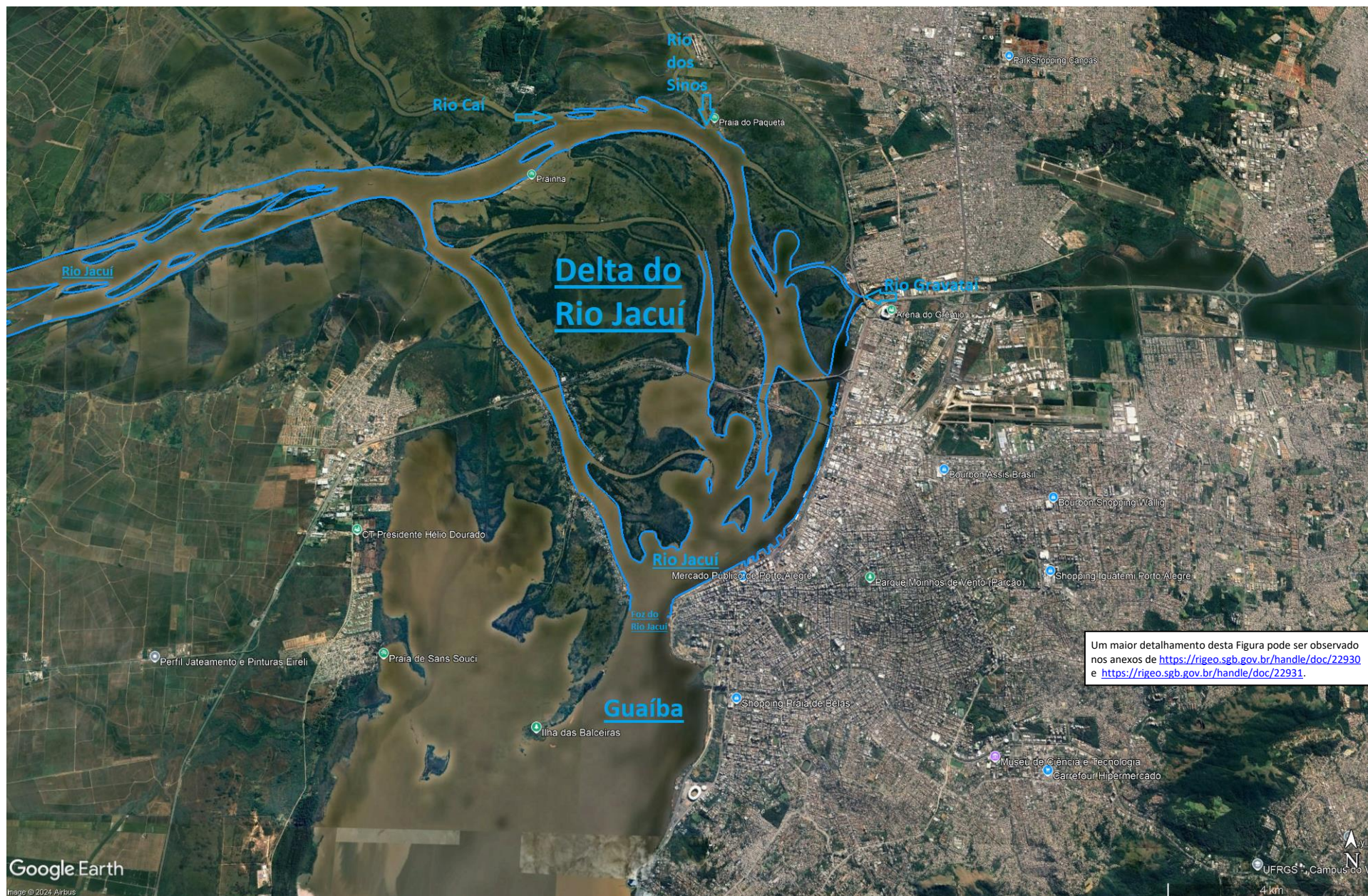
Repositório Institucional em Geociências: <https://rigeo.sgb.gov.br/>

Serviço de Atendimento ao Usuário: seus@sgb.gov.br

APÊNDICE I – Diagrama Unifilar com os Afluentes do Delta do Jacuí e Imagens de Satélite

Diagrama Unifilar do Delta do Jacuí







APÊNDICE II – Fotos da Grande Cheia de Maio de 2024 no Município de Lajeado / RS

Vista de cima da BR-386, em Lajeado/RS, próximo a ponte do rio Taquari, em 03/05/2024, por volta das 13h30min. Um maior detalhamento das cotas desta cheia, no estado do Rio Grande do Sul, pode ser obtido em:

<https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/24939.8>



Vista de cima da BR-386, em Lajeado/RS, próximo a ponte do rio Taquari, em 03/05/2024, por volta das 13h30min.

Um maior detalhamento das cotas desta cheia, no estado do Rio Grande do Sul, pode ser obtido em:

<https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/24939.8>





Vista de cima da BR-386, em Lajeado/RS, próximo a ponte do rio Taquari, em 03/05/2024, por volta das 13h30min.

Um maior detalhamento das cotas desta cheia, no estado do Rio Grande do Sul, pode ser obtido em:

<https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/24939.8>



Barricada feita na frente de uma das entradas do hospital Bruno Born, situada na rua Carlos Von Koseritz, em Lajeado/RS, durante o evento da grande inundação de maio de 2024.





Foto do dia 02/05/2024, às 13h01min. Neste mesmo dia, poucos minutos depois desta foto, às 13h30min, o rio Taquari, neste mesmo local, atingiria o nível de 33,67 m (cota nivelada pela hidrologia do SGB).



Foto da grande cheia de maio de 2024, em Lajeado/RS, na rua Júlio de Castilhos, próximo a prefeitura municipal.

Um maior detalhamento das cotas desta cheia de maio de 2024, no estado do Rio Grande do Sul, pode ser obtido em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/24939.8>

Foto da inundação de início de maio de 2024, na frente da prefeitura municipal de Lajeado/RS, mostrando a esquina das ruas Júlio de Castilhos e Coronel Júlio May. Foto tirada pela equipe do SGB as 00h10min do dia 02/05/2024. Neste mesmo dia, 02/05/2024, as 13h30min, a cota do rio Taquari atingiu 33,67 m subindo a rua Júlio de Castilhos. A cota de 33,67 m foi nivelada pela equipe de hidrologia do SGB e um maior detalhamento desta cota, e de outras da grande inundação de maio de 2024 no Rio Grande do Sul, pode ser encontrado em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/24939.7>



Equipe do SGB trabalhando em Lajeado/RS durante a grande cheia de maio de 2024.



Um melhor detalhamento das cotas de inundação de maio de 2024 podem ser acessado em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/24939.8>





