



**SISTEMA DE ALERTA HIDROLÓGICO**

The background of the cover is a photograph of a wide river flowing through a landscape with trees and hills under a cloudy sky. The image is partially obscured by large, overlapping blue circular and wave-like shapes that create a modern, abstract design.

# **RELATÓRIO DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ALERTA HIDROLÓGICO DA BACIA DO RIO XINGU 2023**

**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 – CPRM**

**DIRETORIA EXECUTIVA**

**Diretor-Presidente**

Inácio Melo

**Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial**

Alice Silva de Castilho

**Diretor de Geologia e Recursos Minerais**

Francisco Valdir Silveira

**Diretor de Infraestrutura Geocientífica**

Paulo Afonso Romano

**Diretor de Administração e Finanças**

Cassiano de Souza Alves

**COORDENAÇÃO TÉCNICA**

**Chefe do Departamento de Hidrologia**

Andréa de Oliveira Germano

**Chefe da Divisão de Hidrologia Aplicada**

Adriana Dantas Medeiros

**EQUIPE DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ALERTA**

Corpo Técnico da SUREG-BE

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

## **Programa de Gestão de Riscos e Desastres**

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

# **RELATÓRIO ANUAL DO SISTEMA DE ALERTA HIDROLÓGICO DA BACIA DO RIO XINGU - 2023**

### **AUTORES**

Daniel de Oliveira

Artur José Soares Matos

Recife  
Outubro, 2023

## **REALIZAÇÃO**

Divisão de Hidrologia Aplicada

## **AUTORES**

Daniel de Oliveira

Artur José Soares Matos

## **EQUIPE EXECUTORA**

SUREG-BE

## **REVISÃO TÉCNICA**

Luna Gripp Simões Alves

## **NORMALIZAÇÃO BIBLIOGRÁFICA**

Nelma Fabrícia da P. Ribeiro Botelho

**FOTOS DA CAPA:** Foto de pedrais no Rio Xingu. Por Erivelton Mimória (Técnico em Hidrologia, SUREG-BE).

### Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

O048	Oliveira, Daniel Relatório de operação do sistema de alerta hidrológico da bacia do rio Xingu 2023. Daniel Oliveira, Artur José Soares de Matos. – Recife: Serviço Geológico do Brasil – CPRM, 2023. 1 recurso eletrônico : PDF ; il.  Programa de Gestão de Riscos e Desastres Ação Levantamentos, Estudos, Previsão e Alerta de Eventos Hidrológicos Críticos. ISBN 978-65-5664-418-9  1. Hidrologia – Metodologia. 2. Hidrometria. I. Matos, Artur José Soares. IV. Título.  CDD 551.48
------	--

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Nelma Botelho CRB-4 PE-002341

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – CPRM  
Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte

Serviço Geológico do Brasil - CPRM  
www.cprm.gov.br  
seus@cprm.gov.br

## RESUMO

---

O Sistema de Alerta Hidrológico da Bacia do rio Xingu é composto de 04 estações telemétricas, em funcionamento desde 2017. O sistema atende com previsão de níveis a cidade de Altamira, que conta com uma população aproximada de 126.000 habitantes. Em Altamira, o nível de atenção ocorre quando a cota atinge 800 cm, o de alerta 850 cm e o de inundação 950 cm. Em 2023, no referido município, o rio Xingu atingiu a cota máxima (832 cm) no dia 09/04/2023, ficando 18 cm abaixo da cota de alerta.

## ABSTRACT

---

The hydrological warning system of the Xingu river basin is composed of 04 telemetric stations, in operation since 2017. The system provides level forecasts for the city of Altamira, which has a population of approximately 126.000 inhabitants. In Altamira, the level of attention occurs when the river gage reaches 800 cm, the alert level 850 cm and the flood level 950 cm. In 2023, in the aforementioned municipality, the Xingu River reached its maximum level (832 cm) on 09/04/2023, remaining 18 cm below the alert level.

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1: Mapa das Estações de Monitoramento do SAH-Xingu .....	12
Figura 2: Isoietas médias anuais da bacia hidrográfica do Xingu.....	15
Figura 3: Municípios na sub-bacia do Rio Xingu.....	16

## LISTA DE GRÁFICOS

---

Gráfico 1: Precipitação média mensal nas estações Vila São José do Xingu (01052000), Projeto Tucumã (00651002) e Brasil Novo (00352005)..	13
Gráfico 2: Precipitação média anual na bacia hidrográfica do Rio Xingu nas estações de Vila São José do Xingu (01052000), Projeto Tucumã (00651002) e Brasil Novo (00352005)	14
Gráfico 3: Distribuição temporal dos picos de cheias em Altamira – 18850000.	18
Gráfico 4. Cotas médias históricas na estação 18850000 em Altamira nos períodos de 1968 a 2014 (dados consistidos) e 2016 a 2023 (dados brutos).....	18
Gráfico 5: Cotas máximas Altamira – 18850000.....	19
Gráfico 6: Cotagrama estação 1885000 – Altamira, no período de janeiro a outubro de 2023.....	20
Gráfico 7: Cotagrama da Estação 18460000 – Boa Sorte, no período de janeiro a outubro de 2023 .....	21
Gráfico 8: Cotagrama da Estação 18500000 – Boa Esperança, no período de janeiro a outubro de 2023.....	21
Gráfico 9: Cotagrama da Estação 18700000 – Pedra do Ó, no período de janeiro a outubro de 2023 .....	22



## LISTA DE TABELAS

---

Tabela 1: Lista das Estações, Rios e Municípios monitorados no SAH-Xingu .....	11
Tabela 2: Cota de atenção, alerta e inundação do SAH – Xingu em Altamira .....	17
Tabela 3: Boletins emitidos em 2023 no SAH – Xingu .....	19

## SUMÁRIO

---

1.	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
2.	<b>PLUVIOMETRIA</b> .....	13
3.	<b>MUNICÍPIOS ATENDIDOS</b> .....	16
4.	<b>DEFINIÇÃO DE COTAS DE REFERÊNCIA</b> .....	17
5.	<b>HISTÓRICO DE CHEIAS</b> .....	17
6.	<b>AÇÕES REALIZADAS</b> .....	19
7.	<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	22
8.	<b>CONCLUSÕES</b> .....	22
9.	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	23

## 1. INTRODUÇÃO

O rio Xingu é o quarto maior tributário do rio Amazonas, tem quase 2.500 km de extensão e contribui com cerca de 4% da descarga anual do rio Amazonas, cujo valor é de 131.947 m<sup>3</sup>/s (ANA, 2007).

O rio nasce no encontro das Serras Formosa e do Roncador e seus formadores são: o Rio Ferro, o Rio Culuene e o Rio Sete de Setembro. Entra no Parque Indígena do Xingu, onde recebe outros importantes afluentes como o SuiáMiçu, Manissaua-Miçu e Arraias. Recebe também as contribuições do Rio Fresco, no município de São Félix do Xingu, e mais a jusante, do Rio Iriri, o afluente mais importante do Xingu, além de outro grande afluente, o Rio Bacajá. Após um trecho com muitas corredeiras, se abre em um lago, até sua foz, na cidade de Porto de Moz (adaptado de Melo; Pinto, 2022).

O rio Xingu é um afluente da margem direita do rio Amazonas e tem sua bacia hidrográfica localizada em território nacional (Estados de Mato Grosso e Pará), com área aproximada de 531.250 km<sup>2</sup>.

O Sistema de Alerta do Xingu está em funcionamento desde 2017, monitorando o nível das estações dos municípios constantes da Tabela 1 /Figura 1.

Tabela 1: Lista das estações, rios e municípios monitorados no SAH-Xingu

Nome	Código	Rio	Município	Área da bacia (km <sup>2</sup> )
Altamira	18850000	Xingu	Altamira	448.000
Pedra do Ó	18700000	Iriri	Altamira	122.000
Boa Sorte	18460000	Xingu	São Félix do Xingu	210.000
Boa Esperança	18500000	Fresco	São Félix do Xingu	42.400

Fonte: Lopes e Matos (2021) (adaptado).

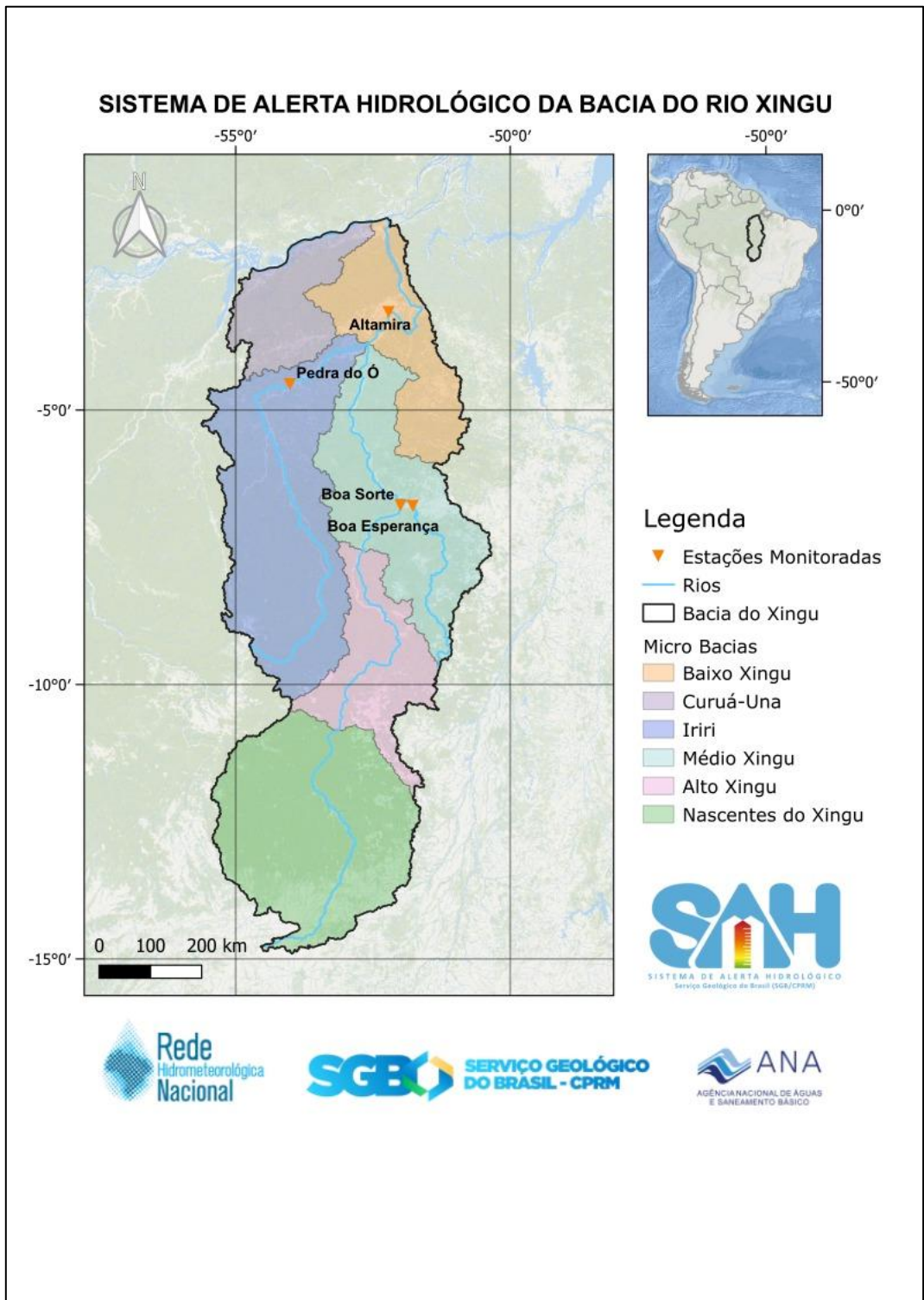


Figura 1: Mapa das estações fluviométricas de monitoramento do SAH-Xingu. Fonte: Elaborado por Tomas Lisboa-SGB/SUREG-MA.

## 2. PLUVIOMETRIA

Em relação a pluviometria, a bacia do rio Xingu conta com precipitações definidas durante o ano, sendo observado que a variação ao longo dos meses é caracterizada pela ocorrência de máximos durante os meses dezembro a abril e de mínimos no trimestre junho, julho e agosto. O início do período chuvoso na bacia ocorre no mês de outubro, na porção do Alto Xingu, e se encerra em maio, na região do Baixo Xingu.

No Gráfico 1, são apresentadas as precipitações médias mensais de três estações (Vila São José do Xingu, Projeto Tucumã e Brasil Novo), distribuídas nas regiões do baixo, médio e alto Xingu. É possível constatar que o trimestre mais chuvoso na área a montante da bacia ocorre de dezembro a fevereiro e na parte mais a jusante, se estende de fevereiro a abril, ou seja, as precipitações ocorrem no sentido Sul-Norte da bacia hidrográfica.

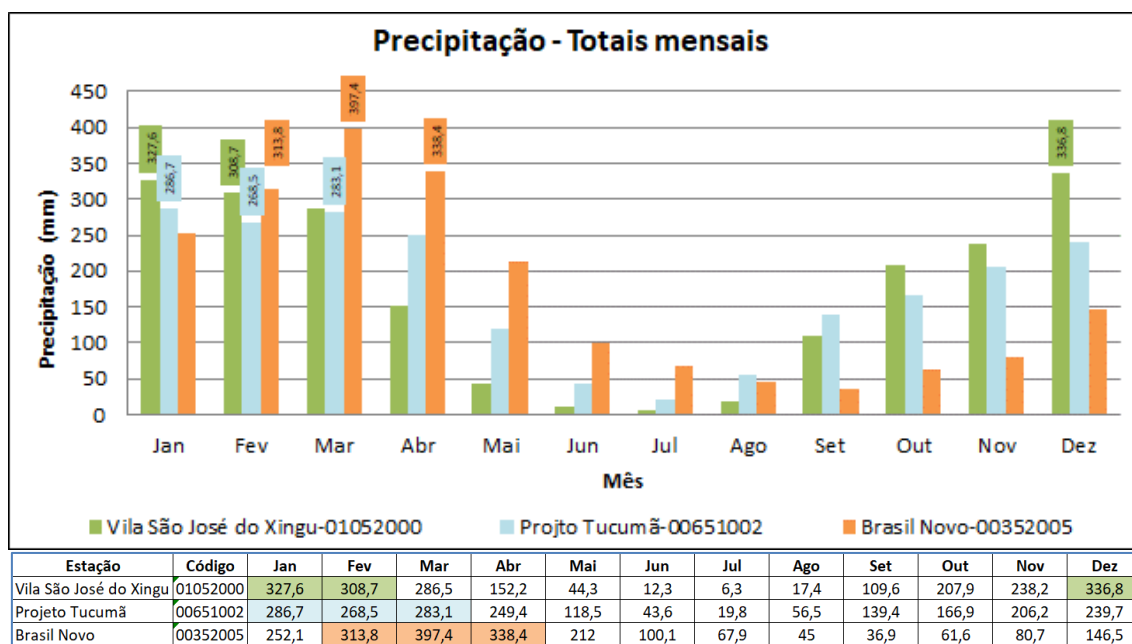


Gráfico 1: Precipitação média mensal nas estações Vila São José do Xingu (01052000), Projeto Tucumã (00651002) e Brasil Novo (00352005). Fonte: Hidroweb ANA (dados consistidos), (ANA, 2023) - elaborado pelos autores (2023).

No Gráfico 2, são apresentadas as médias anuais das três estações, onde é possível verificar que as precipitações anuais superam os 2.000 mm/ano, indicando ser uma região com alto índice pluviométrico.

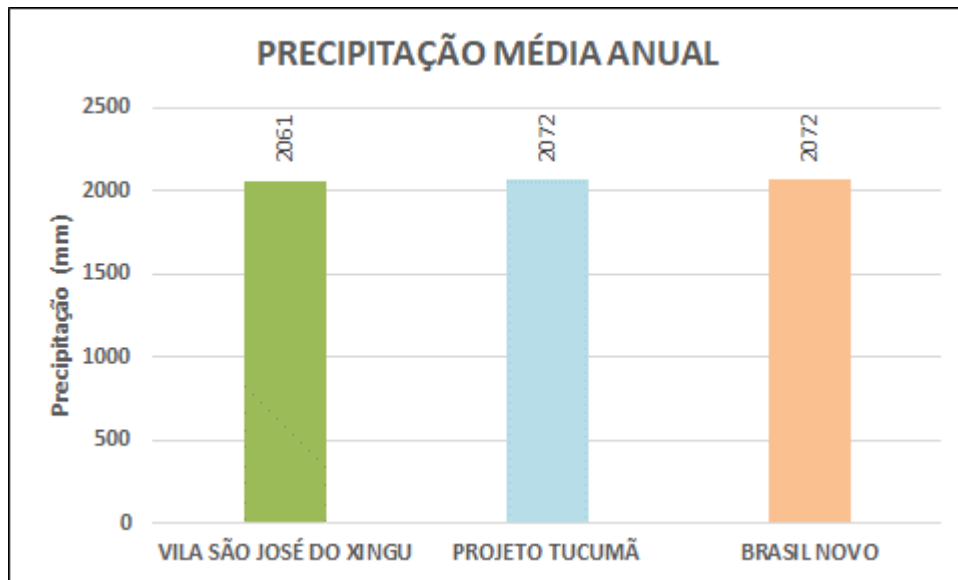


Gráfico 2: Precipitação média anual na bacia hidrográfica do Rio Xingu nas estações de Vila São José do Xingu (01052000) e Projeto Tucumã (00651002)

Fonte: Hidroweb ANA (dados consistidos), (ANA, 2023) - elaborado pelos autores (2023).

As precipitações na bacia do rio Xingu ocorrem devido à influência direta dos dois grandes sistemas meteorológicos, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), afetando diretamente o escoamento superficial do rio (Lopes; Matos, 2021).

Na Figura 2, são apresentadas as isoietas médias anuais, referente ao período de 1977 a 2006, com dados consistidos. Verifica-se que a região central (> 2200 mm) apresenta índice pluviométrico superior as regiões norte e sul da bacia hidrográfica.

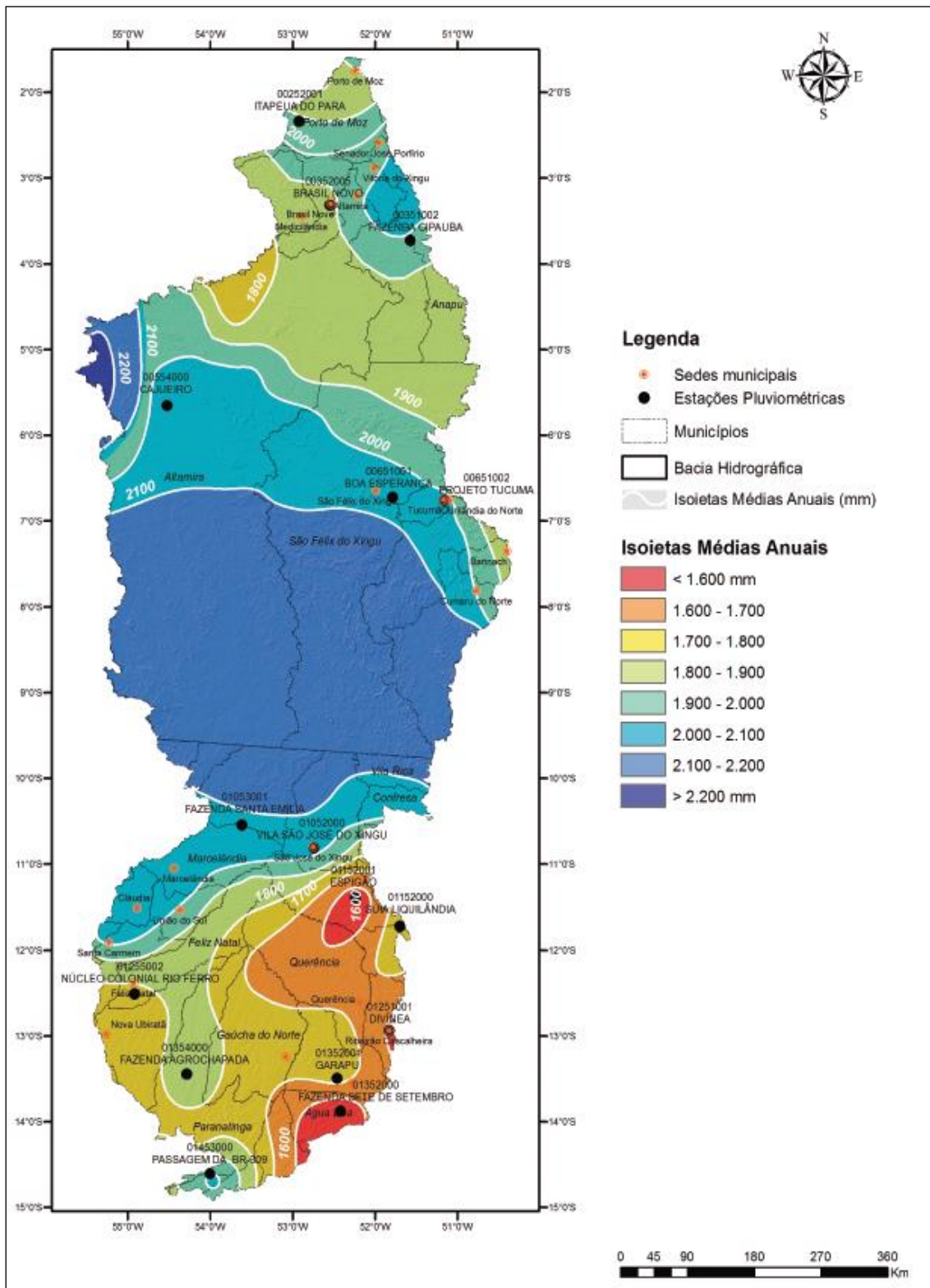


Figura 2: Isoietas médias anuais da bacia hidrográfica do Xingu (dados consistidos 1977 a 2006). Fonte: Lopes e Matos (2021).

### 3. MUNICÍPIOS ATENDIDOS

As bacias hidrográficas na Amazônia são bem extensas e a sub-bacia do Xingu não é diferente, contando em sua área com 69 municípios (Figura 3). O município objeto desta atividade de previsão é **Altamira** que conta atualmente com **126.279** habitantes (IBGE, 2022). O trabalho também apresenta o monitoramento das estações Pedra do Ó, Boa Sorte e Boa Esperança, estando as duas últimas inseridas no município de São Félix do Xingu (65.418 hab) (IBGE, 2022), localidades estas que também sofrem os impactos causados pelas cheias que ocorrem anualmente na bacia hidrográfica (Figura 3).

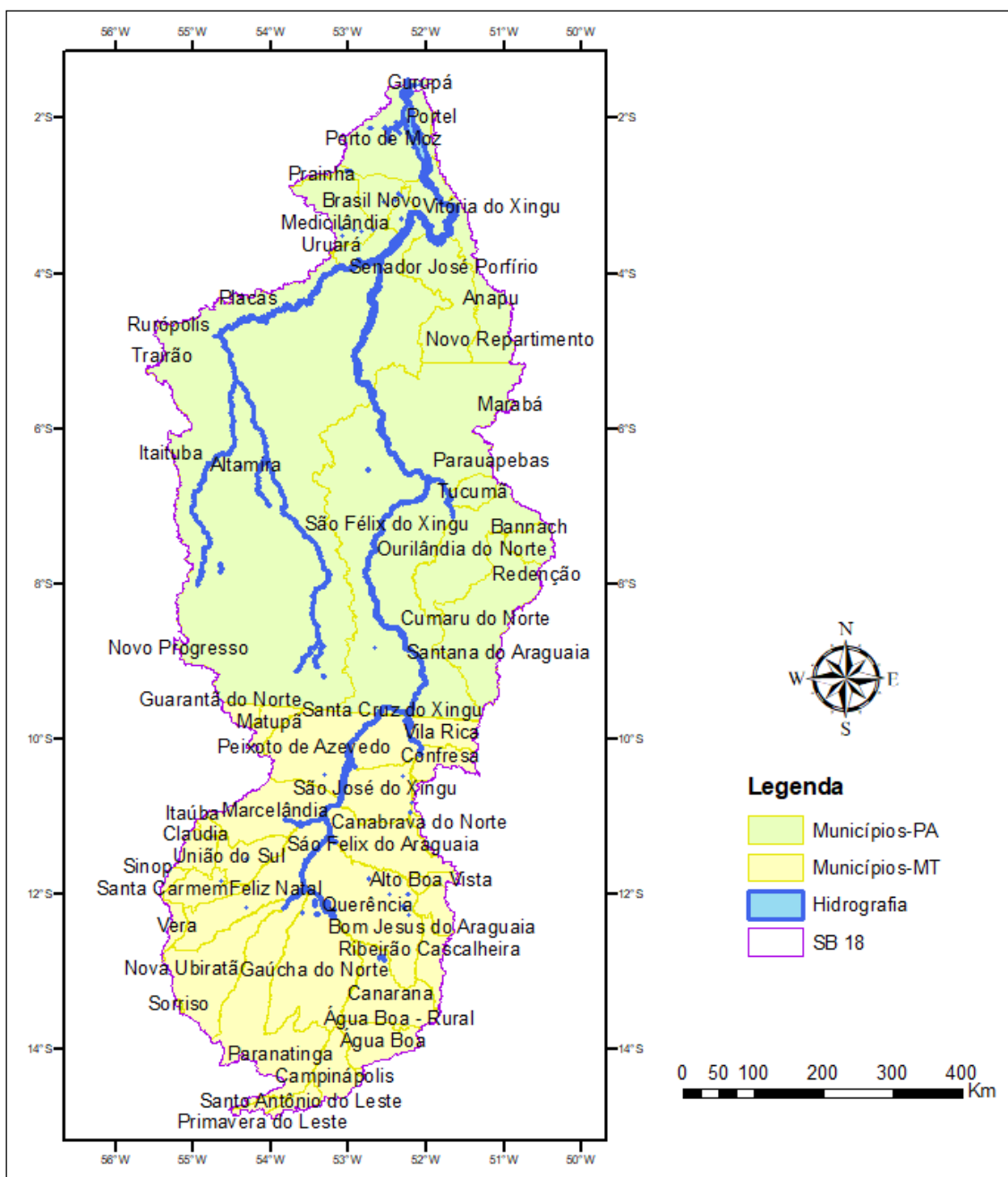


Figura 3: Municípios na sub-bacia do Rio Xingu. Fonte: Lopes e Matos (2021).



## 4. DEFINIÇÃO DE COTAS DE REFERÊNCIA

As cotas de referência foram estabelecidas de acordo com as seguintes definições:

- **Cota de Atenção:** é o primeiro nível para as equipes dos SAH's ficarem alertas para monitoramento do nível, com possibilidade moderada de ocorrência de inundação;
- **Cota de Alerta:** possibilidade elevada de ocorrência de inundação;
- **Cota de Inundação:** cota em que o primeiro dano é observado no município;
- **Cota de Inundação Severa:** cota em que a inundação provoca danos severos ao município.

No SAH Xingu foi utilizado o GPS geodésico (2021) para fazer o levantamento da cota de inundação no município de Altamira, obtendo-se um valor de 943 cm, de forma que as cotas de referência adotadas são as que seguem na Tabela 2.

Tabela 2: Cota de atenção, alerta e inundação do SAH – Xingu. Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Nome da Estação	Rio	Cotas (cm)		
		Atenção	Alerta	Inundação
Altamira	Xingu	800	850	950

## 5. HISTÓRICO DE CHEIAS E A CHEIA DE 2023

O fenômeno da cheia do rio Xingu em Altamira (18850000), referente ao ano hidrológico 2022/2023, foi concluído no dia 09/04/2023 e alcançou a cota máxima de 832 cm, ficando 16cm abaixo do nível máximo atingido no ano anterior (2022). Foram 158 dias no processo de enchente, o que equivale a aproximadamente 43% do ano civil (adaptado de CPRM, 2009).

As cheias em Altamira ocorrem predominantemente entre os meses de março a maio (Gráfico 3), estando diretamente condicionadas às chuvas que precipitam sobre a bacia hidrográfica que, em última análise, são quem definem a grandeza da cheia.

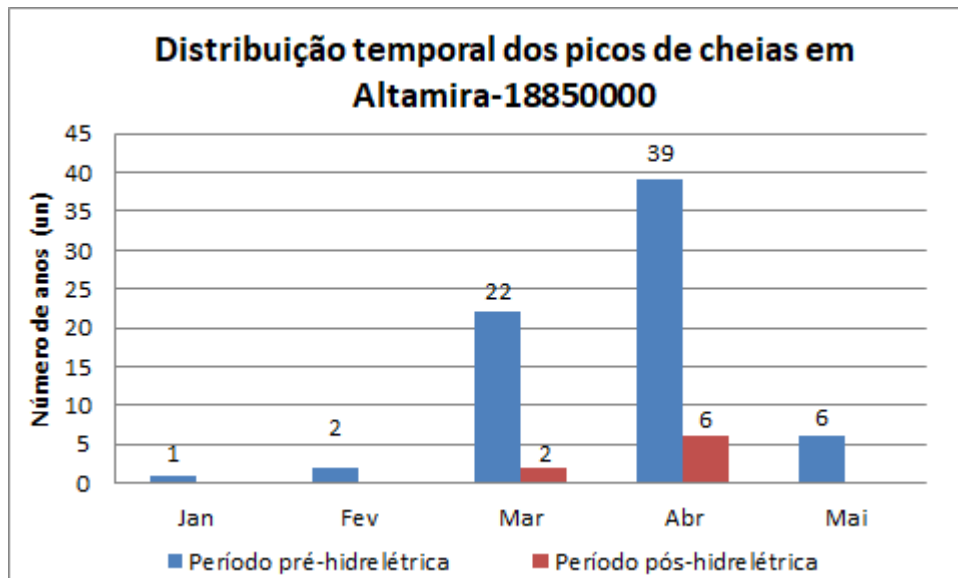


Gráfico 3: Distribuição temporal dos picos de cheias em Altamira – 18850000.  
 Fonte: ANA (2023) (dados brutos) - Elaborado pelos autores (2023).

No gráfico acima, não foram considerados os dados dos anos/períodos 1928, 1933, 1944, 1954, 1957 a 1968, 1989 e 2015, visto que existem falhas nos meses de águas altas nos registros da série histórica.

O Gráfico 4 apresenta as cotas médias mensais na referida estação, nos períodos 1928 a 2014 (dados consistidos) e 2016 a 2023 (dados brutos), períodos pré e pós construção da usina hidrelétrica de Belo Monte.

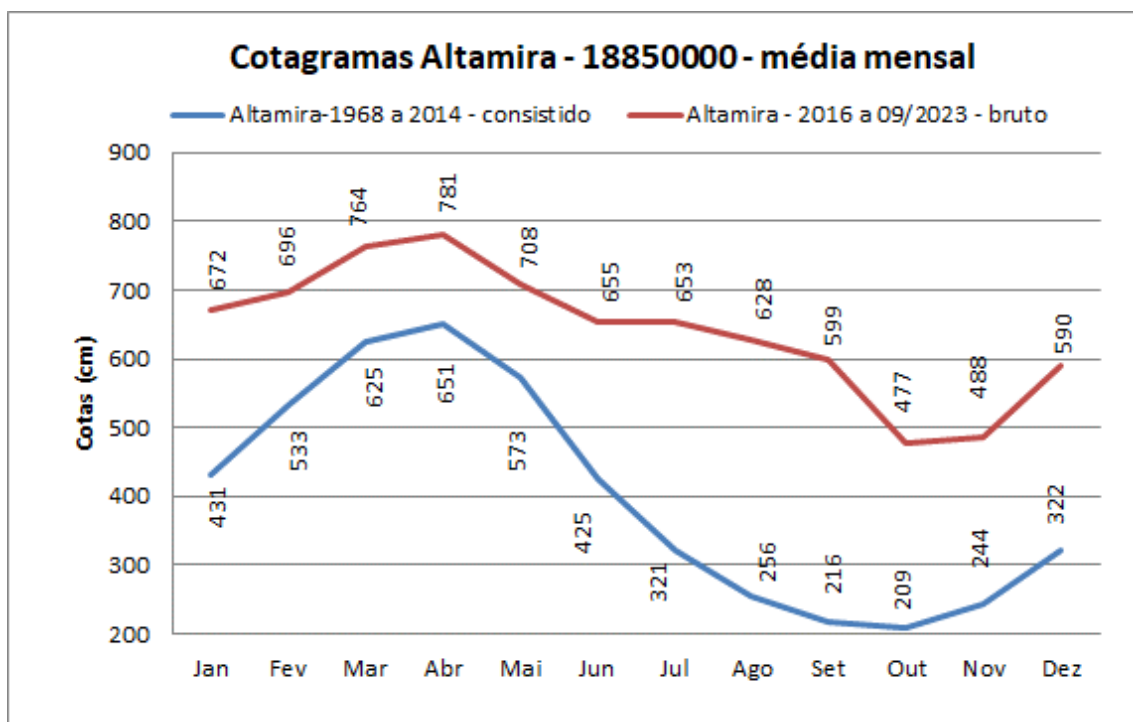


Gráfico 4. Cotas médias históricas na estação 18850000 em Altamira nos períodos de 1968 a 2014 (dados consistidos) e 2016 a set/2023 (dados brutos). Fonte: ANA (2023) - Elaborado pelos autores (2023).

As cotas máximas na estação Altamira estão presentes no Gráfico 5. Observa-se que a máxima cheia registrada na série histórica ocorreu em 1980, cuja cota atingiu 886 cm, e a cheia mínima ocorreu em 1998, com cota 567cm. Em relação ao período pós-hidrelétrica, a cheia máxima ocorreu em 2017, tendo o nível superado em 1cm a cota de alerta, registrando 851cm. Em 2023, o nível atingiu 832 cm, tornando-se a 4ª maior cheia pós hidrelétrica de Belo Monte.

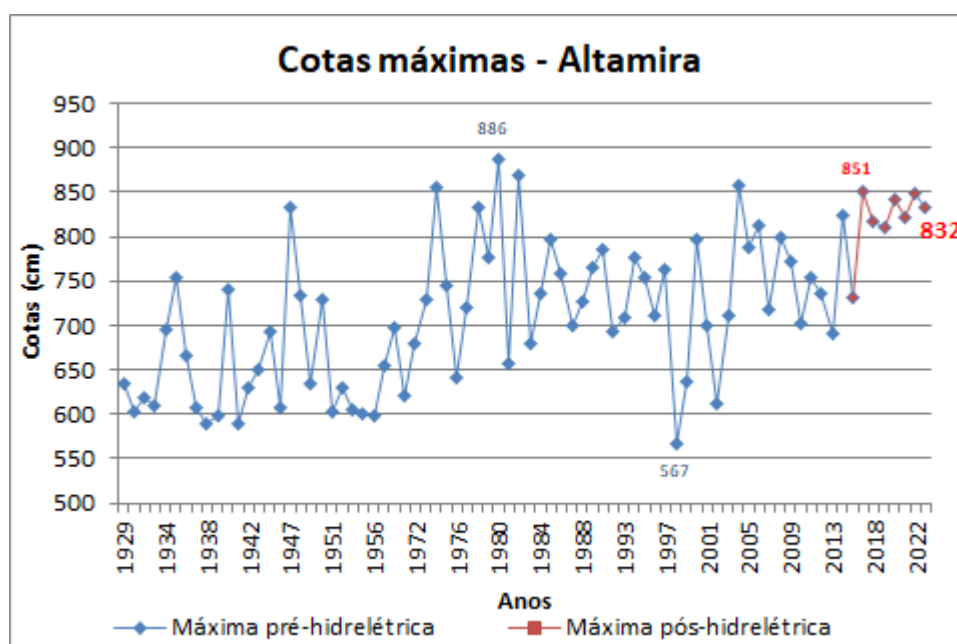


Gráfico 5: Cotas máximas Altamira – 18850000. Fonte: ANA (2023) - Elaborado pelos autores (2023).

## 6. AÇÕES REALIZADAS

### - Boletins 2023

Em 2023 foram emitidos 17 boletins no período do considerado como de águas altas, conforme apresentado na Tabela 3.

O objetivo do boletim é oferecer às autoridades e demais órgãos competentes, informações com tempo suficiente para que sejam tomadas as devidas medidas de precauções e assistência à população que poderá ser afetada pela subida das águas.

Tabela 3: Boletins emitidos em 2023 no SAH – Xingu.

Mês	Boletins emitidos	Situação
Fevereiro	04	Nível abaixo da cota de atenção
Março	05	Nível abaixo da cota de atenção
Abril	04	Nível superior a cota de atenção/cota máxima
Maio	04	Início do processo de descenso

No Gráfico 6, é possível observar que o nível do rio Xingu em Altamira (18850000) permaneceu abaixo da cota de atenção nos meses de fevereiro e março, ultrapassando a cota de 800cm (cota de atenção) apenas no mês de abril/2023. Atingiu o pico em 09/04/2023, com nível máximo igual a 832cm, não chegando a alcançar a cota de alerta. O nível permaneceu dentro da faixa de atenção nos períodos 03 a 18/04/2023 e 24 a 27/04/2023, quando, a partir de então, entrou em seu processo de declínio.

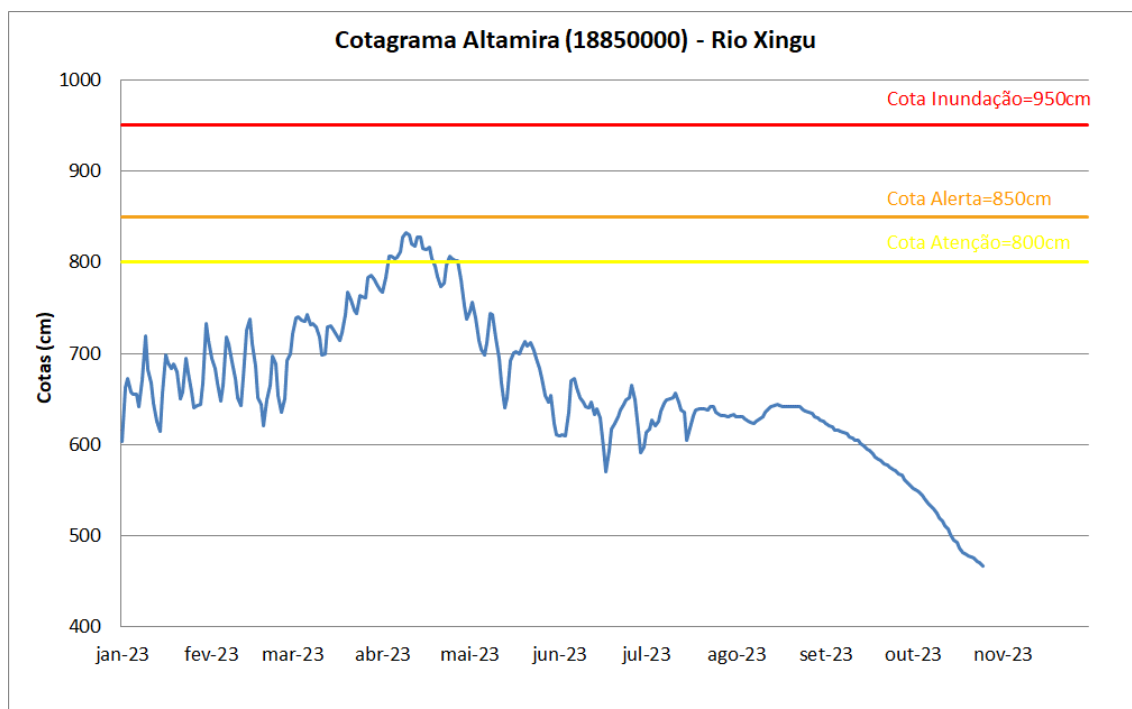


Gráfico 6: Cotagrama estação 1885000 – Altamira, no período de janeiro a outubro de 2023.  
Fonte: Hidroweb ANA. Elaborado pelos autores (2023).

Os gráficos a seguir apresentam os níveis no período de janeiro a outubro de 2023 nas demais estações monitoradas na bacia do Xingu: 18460000 – Boa Sorte (Gráfico 7), 18500000 – Boa Esperança (Gráfico 8) e 18700000 – Pedra do Ó (Gráfico 9):

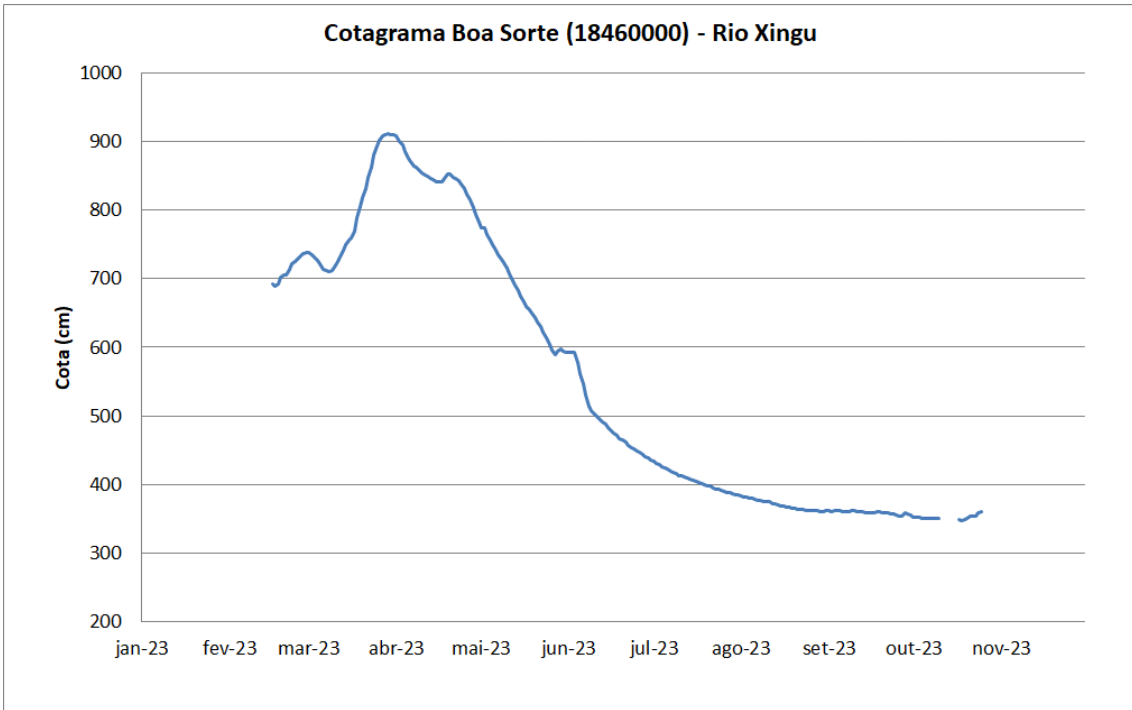


Gráfico 7: Cotograma da Estação 18460000 – Boa Sorte, no período de janeiro a outubro de 2023. Fonte: Hidroweb ANA. Elaborado pelos autores (2023).

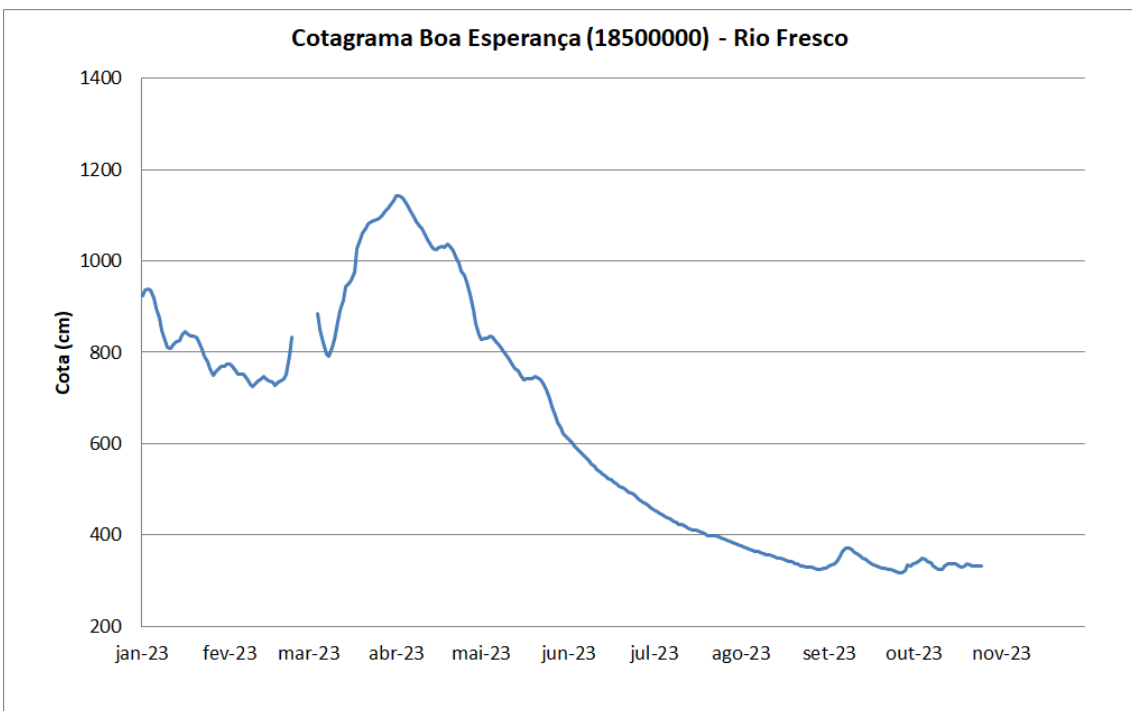


Gráfico 8: Cotograma da Estação 18500000 – Boa Esperança, no período de janeiro a outubro de 2023. Fonte: Hidroweb ANA. Elaborado pelos autores (2023).

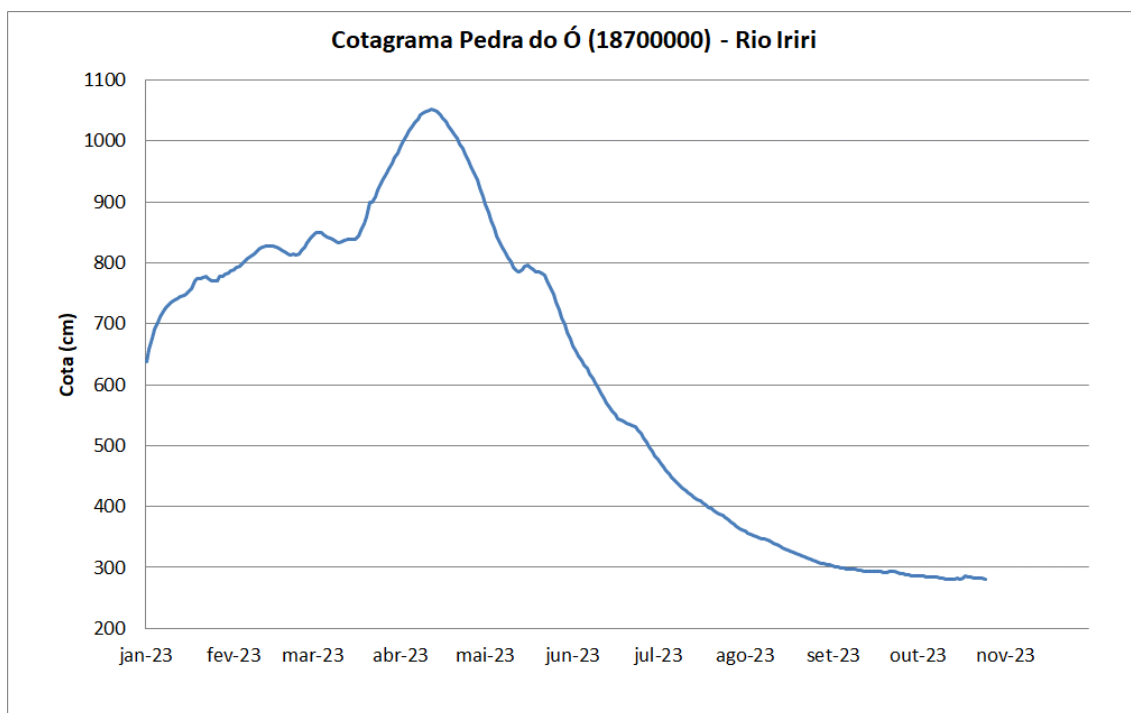


Gráfico 9: Cotograma da Estação 18700000 – Pedra do Ó, no período de janeiro a outubro de 2023. Fonte: Hidroweb ANA. Elaborado pelos autores (2023).

É importante ressaltar que as cotas indicadas nos gráficos e tabelas são valores associados a uma referência de nível local e arbitrária, válida para as réguas linimétricas específicas de cada estação.

## 7. AGRADECIMENTOS

O Sistema de Alerta Hidrológico da Bacia do Rio Xingu foi resultado do trabalho conjunto das equipes da SUREG-BE, da DIHAPI/DEHID/DHT (Divisão de Hidrologia Aplicada/Departamento de Hidrologia/Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial do SGB), além da ANA (Agência Nacional de Águas).

## 8. CONCLUSÕES

Sistemas de Alerta Hidrológico são considerados uma medida não estrutural que visam a melhor convivência da população com enchentes, inundações e secas, através do monitoramento hidrológico (Germano; Matos, 2017).

O sistema hídrico do Xingu tem características únicas, como ser uma grande bacia, com variação lenta, gerando desafios ao trabalho do sistema de alerta (Lopes; Matos, 2021).

Assim, é uma importante ferramenta que tem como objetivo oferecer informações sobre os níveis fluviométricos às autoridades e demais órgãos competentes (defesas civis, prefeituras e órgãos federais), de forma que haja tempo suficiente para que sejam tomadas as devidas medidas de precauções e assistência aos ribeirinhos.

## 9. REFERÊNCIAS

ANA (Brasil). **Diagnóstico da outorga de direito de uso de recursos hídricos no Brasil: fiscalização dos usos de recursos hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2007. (Cadernos de recursos hídricos, 4). Disponível em: Acesso em: 23 ago. 2023.

ANA (Brasil). **Portal HIDROWEB**: banco de dados. 2023. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>. Acesso: Acesso em: 25 out. 2023.

CPRM. **Relatório da Cheia 2009**. Manaus, CPRM, 2009. Disponível em: [https://www.cprm.gov.br/sace/rehi/manaus/rel\\_final\\_2009.pdf](https://www.cprm.gov.br/sace/rehi/manaus/rel_final_2009.pdf). Acesso em: Acesso em: 16 out. 2023.

GERMANO, A. de O.; MATOS, A. Metodologia para definição de cotas de referência em sistemas de alerta e previsão hidrológica. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017, Florianópolis – SC. Anais [...]*. Florianópolis – SC: ABRH, 2017. Disponível em: <http://anais.abrh.org.br/works/2975>. Acesso em: 16 out. 2023.

IBGE. **Censo Brasileiro 2022**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/altamira/panorama>. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/sao-felix-do-xingu/panorama>. Acesso em: 30 out. 2023.

LOPES, D. F.; MATOS, A. J. S. **Sistema de alerta hidrológico da bacia do Rio Xingu**: relatório técnico de operação 2021. Belém: Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2021. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/22572>. Acesso em: 16 out. 2023.

MELO, D. C. R.; PINTO, E. J. A. **Análise de frequência de vazões dos sistemas de alerta**: sistema de alerta Bacia do Rio Xingu. Goiânia: Serviço Geológico do Brasil – CPRM, 2022.