

RELATÓRIO DE ATIVIDADES

DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA



RELATÓRIO ANUAL DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ALERTA HIDROLÓGICO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA

Serviço Geológico do Brasil - CPRM

AGOSTO 2022



SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL – DHT
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA

Relatório de Atividades

Departamento de Hidrologia

ÁREA: RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS
SUBÁREA: PREVISÃO E ALERTA DE EVENTOS HIDROLÓGICOS CRÍTICOS

(Relatório de Atividades N° 1 – Ano 2022)

REALIZAÇÃO

Divisão de Hidrologia Aplicada

AUTORES

Claudio Damasceno de Souza
Artur Jose Soares Matos

Teresina/PI, 2022

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Adolfo Sachsida

Secretária Adjunta de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Lilia Mascarenhas Sant'Agostino

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Pedro Paulo Dias Mesquita

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Marcio José Remédio

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Paulo Afonso Romano

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Chefe do Departamento de Hidrologia

Frederico Claudio Peixinho

Chefe da Divisão de Hidrologia Aplicada

Adriana Dantas Medeiros

Coordenador Nacional dos Sistemas de Alerta Hidrológico

Artur Jose Soares Matos

RELATÓRIO ANUAL DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ALERTA HIDROLÓGICO DA BACIA DO Parnaíba

(Relatório de Atividades N° 1 – Ano 2022)

REALIZAÇÃO

Divisão de Hidrologia Aplicada

AUTORES

Claudio Damasceno de Souza

Artur Jose Soares Matos

FOTO DA CAPA: Arte sobre sobre imagem do Google Earth das cidades de Floriano/PI, Timon/MA, Esperantina/PI, Luzilândia/PI, Teresina/PI e Barras/PI.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

S729r Souza, Claudio Damasceno de.
Relatório de atividades - Departamento de hidrologia.
Relatório anual de operação do sistema de alerta
hidrológico da bacia do rio Parnaíba. / Autores Claudio
Damasceno de Souza e Artur José Soares Matos. -
Teresina : CPRM, 2022.

1 recurso eletrônico : PDF. – (SAH/Parnaíba. Área:
recursos hídricos superficiais. Subárea: previsão e alerta de
eventos hidrológicos críticos. Relatório de atividades, 1).

ISBN 978-65-5664-283-3

1. Hidrologia - Metodologia. 2. Hidrometria. I. Matos,
Artur José Soares. II. Título. III. Série.

CDD 551.48072

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Ana Paula da Silva – CRB3 - 1441

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

APRESENTAÇÃO

O rio Parnaíba, maior rio genuinamente nordestino, além da inegável importância como fonte abastecedora de água, desempenhou importantíssimo papel no desenvolvimento socioeconômico piauiense nos séculos 18 e 19 devido à intensa navegação verificada em suas águas. Devido a grande importância econômica desse rio várias cidades se desenvolveram ao longo de seus 1.344 km de extensão.

Drenando uma área de aproximadamente 331.000 km² o rio Parnaíba e seus afluentes banham importantes cidades como Floriano/PI, Barão de Grajaú/MA, Teresina/PI, Timon/MA, Luzilândia/PI, Esperantina/PI e Barras/PI, dentre outras.

Se por um lado o rio é fonte de riqueza e pujança hídrica, por outro lado, especialmente em seu baixo curso, caracterizado por terrenos de pequena declividade, a ocupação desordenada de suas várzeas de inundação em áreas urbanas acaba por ocasionar sérios prejuízos quando da ocorrência de cheias mais severas, como as observadas em 1985, 2004, 2008 e 2009.

Buscando salvaguardar a vida das populações mais vulneráveis que residem nas áreas de risco, o Serviço Geológico do Brasil - CPRM por meio de sua Residência de Teresina - RETE implantou o Sistema de Alerta Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba - SAH/Parnaíba no ano de 2015 e o vem operando desde então.

Este relatório visa apresentar resumidamente as ações desenvolvidas durante a operação do Sistema de Alerta Hidrológico da Bacia do rio Parnaíba no ano de 2022, fazer a caracterização das condições hidrológicas observadas.

RESUMO

O presente relatório apresenta um resumo das operações realizadas pelo SAH/Parnaíba referente ao período chuvoso do ano de 2022. O SAH/Parnaíba beneficia as cidades de Floriano/PI, Barão de Grajaú/MA, Teresina/PI, Timon/MA, Luzilândia/PI, Barras/PI, Esperantina/PI. Em 2022 foram observadas inundações nas cidades de Floriano/PI, Esperantina/PI e Barras/PI atendidas pelo SAH. O ano de 2022 registrou chuvas acima da média devido a atuação do fenômeno global La Niña. De forma resumida tivemos chuvas mais concentradas na região sul da bacia começando em meados de dezembro de 2021 e se estendendo até janeiro 2022. Passando por um veraneio em fevereiro e retomando em março de 2022 com volumes acima da média mais concentrados na porção centro norte e norte da bacia. Os níveis máximos observados nas estações de Barão de Grajaú, Teresina Chesf, Fazenda Cantinho II, Esperantina, Luzilândia foram acima da média histórica, respectivamente, 34,35%, 5,49%, 24,76%, 12,76% e 7,86%. A estação de Pedrinhas no rio Marathaoan na cidade de Barras apresentou nível 0,3 % abaixo da média histórica. De modo geral, os modelos apresentaram bom desempenho na previsão dos níveis.

ABSTRACT

This report presents a summary of SAH/Parnaíba operations for the rainy season of 2022. SAH/Parnaíba benefits the cities of Floriano/PI, Barão de Grajaú/MA, Teresina/PI, Timon/MA, Luzilândia/PI, Barras/PI, Esperantina/PI. In 2022, floods were observed in the cities of Floriano/PI, Esperantina/PI and Barras/PI served by the SAH. The year 2022 recorded above-average rainfall due to the global phenomenon La Niña. In summary, we had more concentrated rains in the southern region of the basin starting in mid-December 2021 and extending until January 2022. Going through a summer season in February and resuming in March 2022 with above-average volumes more concentrated in the north central and northern portions of the basin. The maximum levels observed in the stations of Barão de Grajaú, Teresina Chesf, Fazenda Cantinho II, Esperantina, Luzilândia were above the historical average, respectively, 34.35%, 5.49%, 24.76%, 12.76% and 7.86%. The Pedrinhas station on the Marathaoan River in the city of Barras presented a level 0.3% below the historical average. In general, the models performed well in predicting levels.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. ÁREA DE ATUAÇÃO	12
3. CIDADES BENEFICIADAS	14
4. CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DO ANO DE 2022	17
5. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	27
5.1. Campanha de Campo	27
5.2. Emissão de Boletins.....	29
6. CONCLUSÕES	31
7. AGRADECIMENTOS	32
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 BACIA DO RIO PARNAÍBA.	13
FIGURA 2 MAPA DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS QUE COMPÕE O SAH/PARNAÍBA.	16
FIGURA 3. ANOMALIA DE PRECIPITAÇÃO DE DEZEMBRO DE 2021 A MAIO DE 2022 SEGUNDO O INMET.	18
FIGURA 4. COTAS MÁXIMAS ANUAIS E COTA DE INUNDAÇÃO PARA O POSTO DE BARÃO DE GRAJAU (34311000).....	19
FIGURA 5. COTAS MÁXIMAS ANUAIS E COTA DE INUNDAÇÃO PARA O POSTO DE TERESINA CHESF (34690000).....	20
FIGURA 6. COTAS MÁXIMAS ANUAIS E COTA DE INUNDAÇÃO PARA O POSTO DE FAZ. CANTINHO II (34789000).....	21
FIGURA 7. COTAS MÁXIMAS ANUAIS E COTA DE INUNDAÇÃO PARA O POSTO DE LUZILÂNDIA (34879500).....	21
FIGURA 8. COTAS MÁXIMAS ANUAIS E COTA DE INUNDAÇÃO PARA O POSTO DE PEDRINHAS (34936000)	22
FIGURA 9. COTAS MÁXIMAS ANUAIS E COTA DE INUNDAÇÃO PARA O POSTO DE ESPERANTINA (34940000).....	22
FIGURA 10. VARIAÇÃO DO NÍVEL DO RIO PARNAÍBA EM BARÃO DE GRAJAU (34311000) NOS 5 PRIMEIROS MESES DE 2022	24
FIGURA 11. VARIAÇÃO DO NÍVEL DO RIO PARNAÍBA EM TERESINA CHESF (34690000) NOS PRIMEIROS 5 MESES DE 2022	24
FIGURA 12. VARIAÇÃO DO NÍVEL DO RIO POTI NA ESTAÇÃO FAZ. CANTINHO II (34789000) NOS PRIMEIROS 5 MESES DE 2022	25
FIGURA 13. VARIAÇÃO DO NÍVEL DO RIO PARNAÍBA NA ESTAÇÃO LUZILÂNDIA (34879500) NOS PRIMEIROS 5 MESES DE 2022	25
FIGURA 14. VARIAÇÃO DO NÍVEL DO RIO MARATHOAN NA ESTAÇÃO PEDRINHAS (34936000) NOS PRIMEIROS 5 MESES DE 2022	26
FIGURA 15. VARIAÇÃO DO NÍVEL DO RIO LONGA NA ESTAÇÃO ESPERANTINA (34940000) NOS PRIMEIROS 5 MESES DE 2022	26
FIGURA 16. REUNIÃO COM GESTORES DA CIDADE DE ESPERANTINA/PI.....	27
FIGURA 17. REUNIÃO COM GESTORES DA CIDADE DE BARÃO DE GRAJAU/MA.....	28
FIGURA 18. REUNIÃO COM GESTOR DA CIDADE DE FLORIANO/PI	28
FIGURA 19. REUNIÃO COM GESTORES DA CIDADE DE BARRAS/PI	29

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. NÚMERO DE BOLETINS EMITIDOS PELO SAH/ITAPECURU.	14
TABELA 2 – ESTAÇÕES QUE COMPÕE O SISTEMA DE ALERTA HIDROLÓGICO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA.	14
TABELA 3. COTAS DE REFERÊNCIA PARA AS CIDADES BENEFICIADAS	15
TABELA 4. COTAS MÁXIMAS OBSERVADAS E TEMPO DE RECORRÊNCIA (TR).	18
TABELA 5 – BOLETINS EMITIDOS PELO SAH/PARNAÍBA EM 2022	30

1. INTRODUÇÃO

A bacia do rio Parnaíba localiza-se na região Nordeste e possui uma área de drenagem de aproximadamente 331.000 km², e ao longo dos seus 1.344 km e em grande parte dos seus afluentes, uma série de prejuízos associadas às inundações ribeirinhas estão relacionadas aos grandes eventos de cheias verificados na bacia. Nos últimos 20 anos podemos ressaltar a magnitude dos eventos ocorridos em 2004, 2008 e 2009.

Buscando salvaguardar a vida das populações mais vulneráveis que residem nas áreas de risco, o Serviço Geológico do Brasil - CPRM por meio de sua Residência de Teresina - RETE implantou o Sistema de Alerta Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba - SAH/Parnaíba no ano de 2015 e o vem operando desde então.

O Sistema de Alerta Hidrológico de Cheias é uma das principais medidas não estruturais de um sistema de drenagem urbana (CANHOLI, 2015), permitindo alertar os órgãos competentes pela salvaguarda da população, como a Defesa Civil e o Corpo de Bombeiros, bem como a comunidade em geral, sobre a iminência de uma inundação ribeirinha. Tal alerta é emitido a partir de previsões do comportamento futuro do rio. Quanto maior o tempo de antecedência da previsão, maior o tempo para a execução de medidas de minimização de prejuízos e proteção às vidas humanas, como, por exemplo, a evacuação da população residente na área a ser afetada.

Este relatório visa apresentar resumidamente as ações desenvolvidas durante a operação do Sistema de Alerta Hidrológico da Bacia do rio Parnaíba no ano de 2022, bem como apresentar a caracterização das condições hidrológicas observadas.

2. ÁREA DE ATUAÇÃO

A bacia do rio Parnaíba localiza-se na região Nordeste e possui uma área de drenagem de aproximadamente 331.000 km². A Figura 1 apresenta o mapa de localização da bacia, sendo que 75% de sua área está no Estado de Piauí, 20% no Estado de Maranhão e 5% no Estado do Ceará.

As principais atividades econômicas desenvolvidas na bacia, segundo CODEVASF, 2005, estão ligadas a agropecuária, com maior destaque para a agricultura de sequeiro (soja, arroz, feijão, milho, caju, algodão, cana-de-açúcar). A agricultura irrigada ainda não é significativa, apesar do grande potencial para a fruticultura (manga, coco, maracujá e banana). As atividades extrativistas vegetais são representadas principalmente pela carnaúba e pelo coco babaçu. Também merece registro a madeira e o carvão. No Piauí, a produção de mel – apicultura – tem se desenvolvido rapidamente e espera-se uma grande expansão associada à cultura do caju. A aquicultura concentra-se principalmente na região do Delta e a carcinicultura encontra-se em expansão. Entretanto, ainda não existe pesca comercial na Bacia. Quanto à pecuária, as atividades relevantes são a bovinocultura, a caprinocultura e a avicultura. O setor secundário é ainda pouco expressivo com destaque para a agroindústria de açúcar, álcool e couro. Algumas cidades possuem zonas industriais em fase de expansão, como Teresina, Floriano, Parnaíba e Picos, no Piauí, e Balsas, no Maranhão.

O rio Parnaíba nasce na Chapada das Mangabeiras, na divisa dos Estados do Piauí, da Bahia e do Tocantins, e tem uma extensão de 1.344 km e configura em toda sua extensão a divisão do Piauí com o Maranhão. Seus principais afluentes pela margem direita são os rios do Longá, Poti, Canindé e Gurguéia, e pela margem esquerda, com expressiva contribuição hídrica, o rio das Balsas. As maiores vazões específicas são encontradas na sub-bacia do rio Balsas, aproximadamente 5,00 l/s/km² e as menores na sub-bacia do Poti, em torno de 1,2 l/s/km² (MMA, 2006).

O Sistema de Alerta hidrológico da bacia do Parnaíba tem como objetivo o monitoramento e previsão dos níveis dos rios Parnaíba, Poti, Marathoan e Longá. No caso dessa bacia, o sistema de alerta hidrológico atende os municípios

de Teresina/PI, Timon/MA, Floriano/PI, Barão de Grajaú/MA, Luzilândia/PI, Barras-PI e Esperantina-PI. Estas sete cidades juntas apresentam uma população aproximada de 1.153.000 habitantes, segundo IBGE 2010.

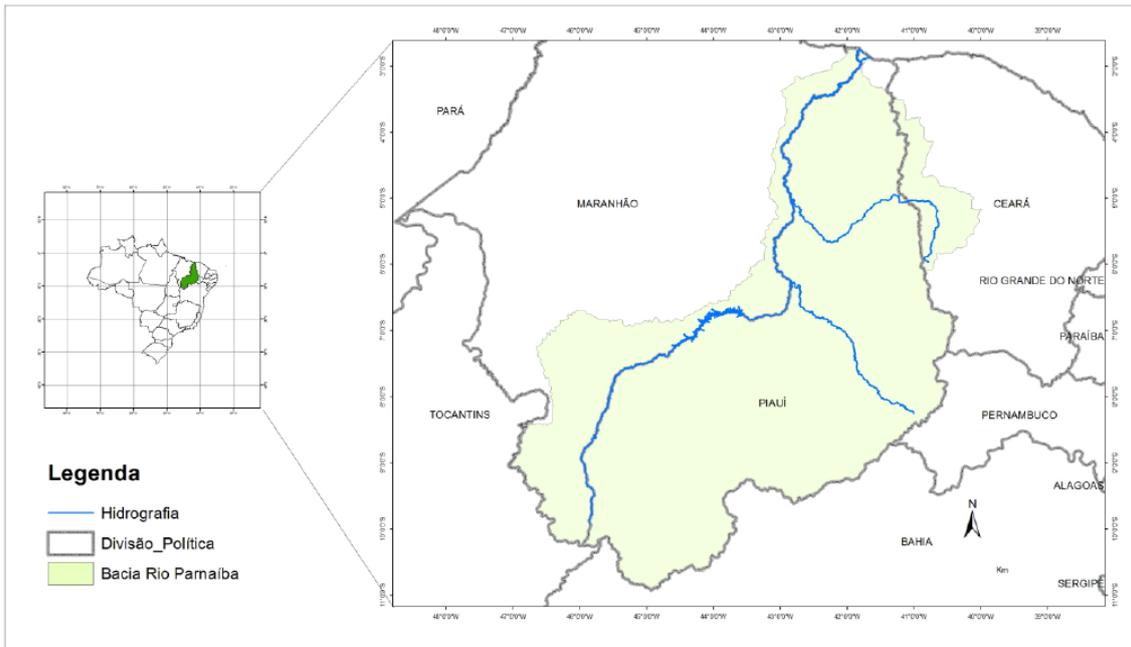


Figura 1 Bacia do rio Parnaíba.

3. CIDADES BENEFICIADAS

Em 2015 o sistema foi iniciado com modelos que beneficiavam as cidades de Teresina/PI, Timon/MA, Floriano/PI, Barão de Grajaú/Ma e Luzilândia/PI. No ano de 2019 foram adicionados modelos de previsão que passaram a beneficiar, também, as cidades de Barras, Esperantina e Teresina no rio Poti. Os modelos de previsão têm antecedência de 8 a 12 horas, como mostrado na tabela a seguir.

Tabela 1. Número de boletins emitidos pelo SAH/Itapecuru.

Posto Operado	Código Estação	Municípios Atendidos com previsão hidrológica	UF	População* (hab.)	RIO	Área da Bacia (km ²)	Antecedência de Previsão (h)
Barão de Grajaú	34311000	Barão de Grajaú	MA	17.841	Parnaíba	140000	8
		Floriano	PI	57.690	Parnaíba		8
Luzilândia	34879500	Luzilândia	PI	24.721	Parnaíba	298000	12
Faz. Cantinho II	34789000	Teresina	PI	814.230	Parnaíba	51400	10
Teresina Chesf	34690000	Teresina	PI	814.229	Poti	237000	8
		Timon	MA	155.460	Parnaíba		
Esperantina	34940000	Esperantina	PI	37.767	Longa	11200	8
Pedrinhas	34936000	Barras	PI	44.850	Marathaoan	2900	8

*Fonte: Censo 2010 do IBGE

Para a operação do sistema tem-se a definição de cotas de referência mantidas pelo rio em cada seção de interesse o que permite avaliar o risco da ocorrência de eventos de inundação no curto prazo e condicionam as ações decorrentes como a emissão de boletins e avisos às Defesas Civas e à sociedade em geral. Tais cotas são classificadas por cor e tem as definições e ações decorrentes listadas na Tabela 2. Já a tabela 3 traz as cotas de referência para as cinco cidades beneficiadas pelo SAH/Parnaíba.

Tabela 2 – Estações que compõe o Sistema de Alerta Hidrológico da Bacia do rio Parnaíba.

Cor	Nome	Descrição	Ação Decorrente
Verde	Cota Normal	Não há risco da ocorrência de inundação.	Apenas monitoramento.
Amarelo	Cota de Atenção	Possibilidade moderada de ocorrência de inundação.	Aumento da frequência de monitoramento. Inicia a observação das previsões climáticas de curto prazo.
Laranja	Cota de Alerta	Possibilidade elevada de ocorrência de inundação.	Operação em regime de plantão. Emissão de boletins com as previsões de comportamento futuro. Contato com as Defesas Cívicas.
Vermelho	Cota de Inundação	Cota em que o primeiro dano é observado no município.	Segue a operação em regime de plantão e a emissão de boletins de previsão, permitindo avaliar se o quadro deve melhorar ou piorar no curto prazo.

Tabela 3. Cotas de referência para as cidades beneficiadas

Cidade	Estação	Cota de Atenção	Cota de Alerta	Cota de Inundação
Floriano/ PI e Barão de Grajau/MA	Barão de Grajáú	550 cm	680 cm	898 cm
Luzilândia/PI	Luzilândia	400 cm	500 cm	570 cm
Teresina	Fazenda Cantinho II	800 cm	900 cm	1000 cm
Teresina/PI e Timon/MA	Teresina Chesf	490 cm	550 cm	687 cm
Esperantina/PI	Esperantina	540 cm	640 cm	740 cm
Barras/PI	Pedrinhas	320 cm	370 cm	420 cm

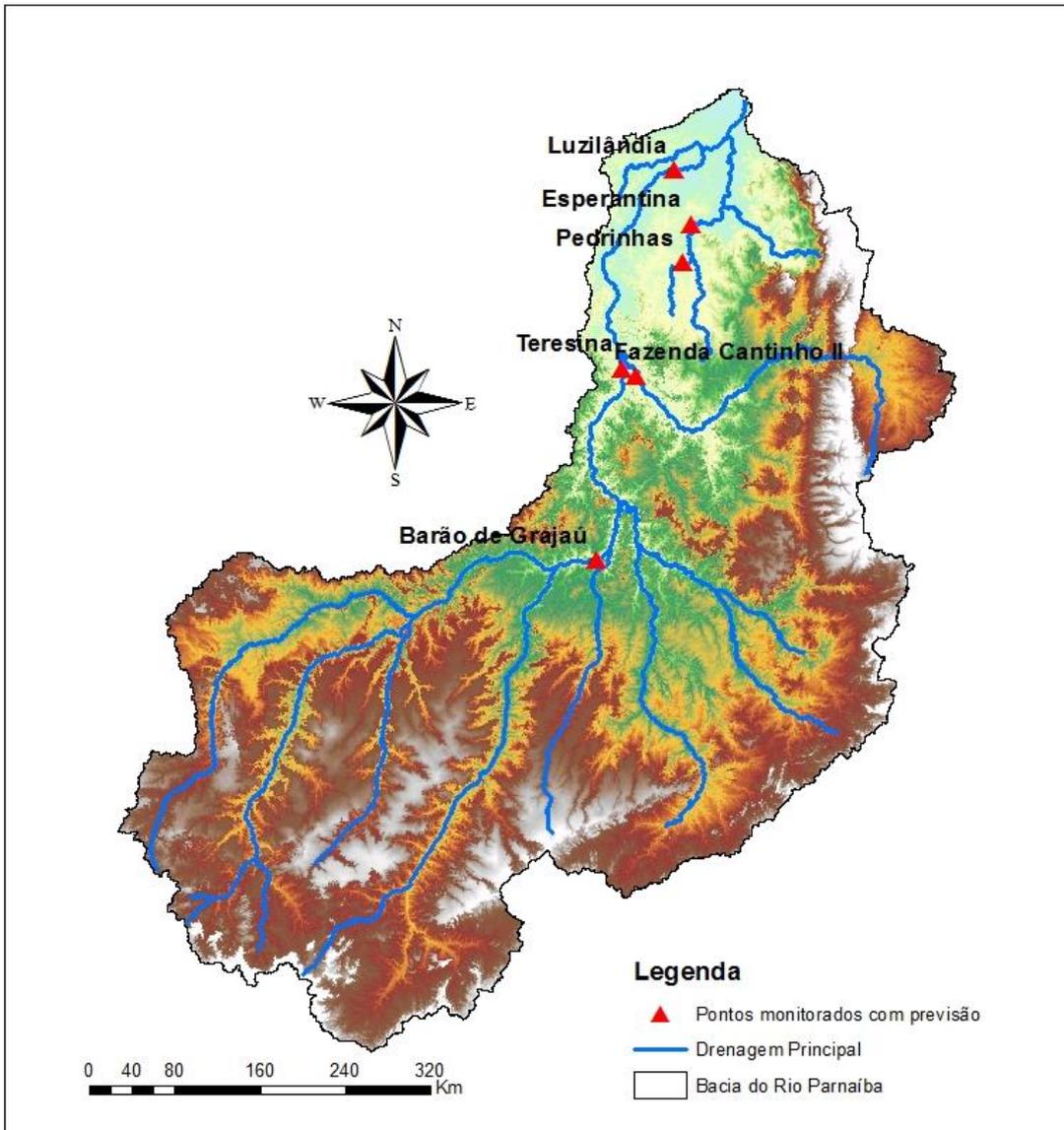


Figura 2 Mapa das estações fluviométricas que compõe o SAH/Parnaíba.

4. CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DO ANO DE 2022

Os efeitos do fenômeno La Niña (onde há maior concentração de chuvas na região Norte e Nordeste e escassez nas regiões mais ao sul do país) provocaram precipitações acima do esperado nos meses de setembro e outubro de 2021 deixando o solo com níveis de saturação mais elevados. Essa saturação do solo encontrada pelas precipitações caídas em meados de dezembro de 2021, na porção sul da Bacia do Parnaíba, fez com que observássemos uma elevação significativa do rio Parnaíba, antecipando a emissão de boletins para acompanhar a variação do nível do rio Parnaíba na porção sul da bacia. Essas chuvas provocaram a inundação na região sul da bacia, na cidade de Uruçuí, onde as precipitações na bacia do rio Uruçuí Preto e rio das Balsas contribuíram para essa elevação nos dias finais de 2021 e iniciais de janeiro de 2022.

Como pode ser observado na figura 3, a região sul da bacia teve chuvas acima da média no mês de dezembro de 2021. Em janeiro de 2022 continuaram sendo observadas chuvas acima da média na porção sul e centro norte da bacia. Em fevereiro foi observado um veraneio na porção sul e norte da bacia. Em março as chuvas voltaram a ser acima da média na porção norte e centro norte da bacia. Em abril as chuvas foram mais amenas e em apenas uma pequena porção da região norte foi observado chuvas acima da média. Em maio observamos chuvas um pouco acima da média na bacia do Poti, mas como nesse período temos historicamente pequenos volumes precipitados, portanto os quantitativos observados de chuvas não foram expressivos. De forma resumida tivemos chuvas mais concentradas na região sul da bacia começando em meados de dezembro de 2021 e se estendendo até janeiro 2022. Passando por um veraneio em fevereiro e retomando em março de 2022 com volumes acima da média mais concentrados na porção centro norte e norte da bacia.

De forma geral os níveis máximos das estações acompanhadas pelo SAH apresentaram níveis que variaram de levemente abaixo a acima da média histórica. A estação de Pedrinhas no rio Marathaoan na cidade de Barras apresentou nível 0,3 % abaixo da média histórica. As estações do rio Parnaíba em Barão de Grajaú, Teresina e Luzilândia apresentaram níveis acima da média histórica de 34,35%, 5,49% e 7,86%, respectivamente. O rio Poti na estação Fazenda Cantinho II registrou valores acima da média histórica de 24,76% e Esperantina registrou 12,73% acima da média histórica no rio Longá.

. Na tabela abaixo um resumo das cotas de inundação e os níveis máximos alcançados no evento de 2022 e as respectivas datas com a magnitude do evento.

Tabela 4. Cotas máximas observadas e tempo de recorrência (TR).

Código	Estação	Cota de Inundação (m)	Cota (m)	Código	TR – Período de Retorno (anos)
34311000	Barão de Grajau	8,98	9,02	03/01/2022 15:30	12,7
34879500	Luzilândia	5,70	5,67	29/03/2022 00:45	3,3
34789000	Faz. Cantinho II	10,00	9,85	07/03/2022 19:00	5,6
34690000	Teresina Chesf	6,87	5,66	05/01/2022 13:45	3,1
34940000	Esperantina	7,40	8,12	12/03/2022 10:30	4,6
34936000	Pedrinhas	4,20	4,23	13/04/2022 06:00	2,3

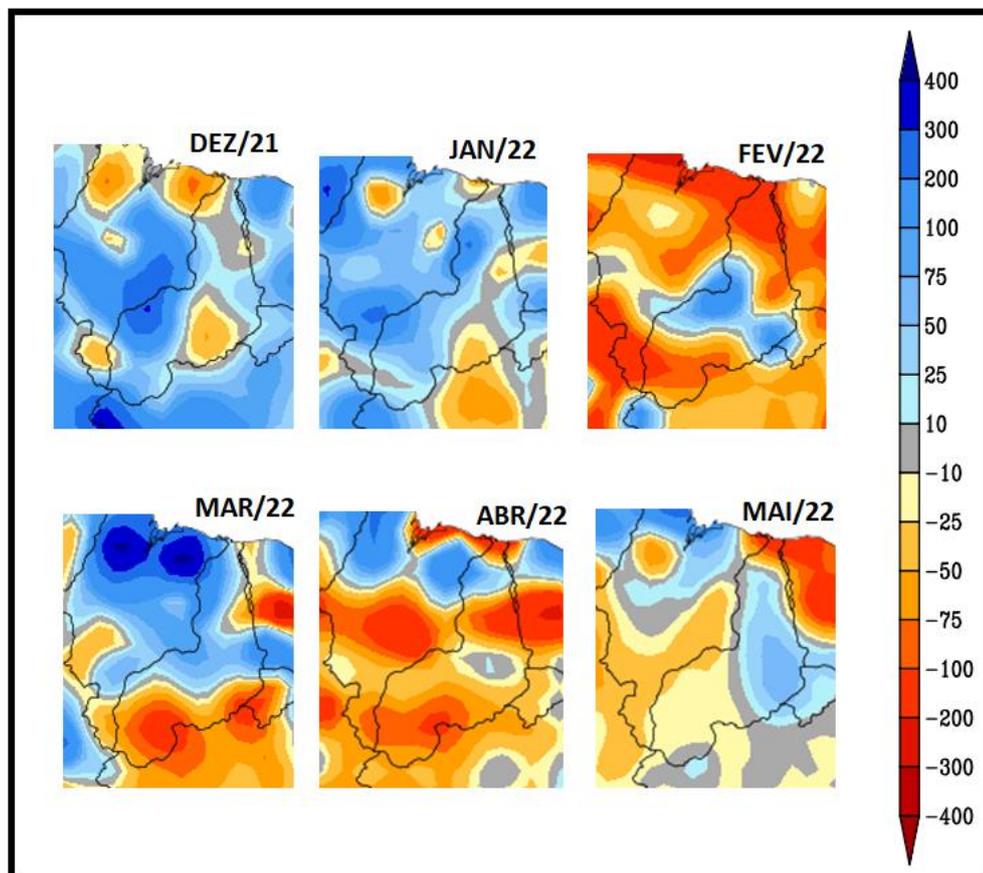


Figura 3. Anomalia de precipitação de dezembro de 2021 a maio de 2022 segundo o INMET.

As figuras 4 a 9 apresentam a cota máxima anual registrada em cada estação em relação à série histórica de monitoramento bem como a cota de inundação definida para cada cidade, evidenciando os anos de ocorrências de cheias e dando uma ideia de sua magnitude.

Em Fazenda Cantinho II (34789000) tem-se uma série histórica de cotas máximas anuais com 32 anos. Destes, em 7 anos (22%) têm-se a superação da cota de inundação definida em 1000 cm, onde no ano de 2022 foi registrada a cota máxima de 985 cm. Tal valor foi o oitavo maior da série histórica. O nível máximo atingido foi 24,76% acima da média histórica. Ressalta-se que tais valores já são os corrigidos considerando a mudança de RN da estação linimétrica, com acréscimo de um metro, ocorrida em dezembro de 2017.

Realizando-se uma análise de frequência empírica, com probabilidade de excedência (Pex) calculada segundo Weibull, conforme descrito em Naghettini e Pinto (2007), tem-se que o evento de 2022 apresentou um período de retorno (TR) de 4,1 anos. Ajustando os dados a uma distribuição teórica de probabilidade de Gumbel a série de cotas máximas anuais (media 789,5 e desvio padrão 237,9) chegamos ao valor de 5,63 anos para o período de retorno do evento de 2022. Tal resultado está 37% acima do encontrado na distribuição empírica.

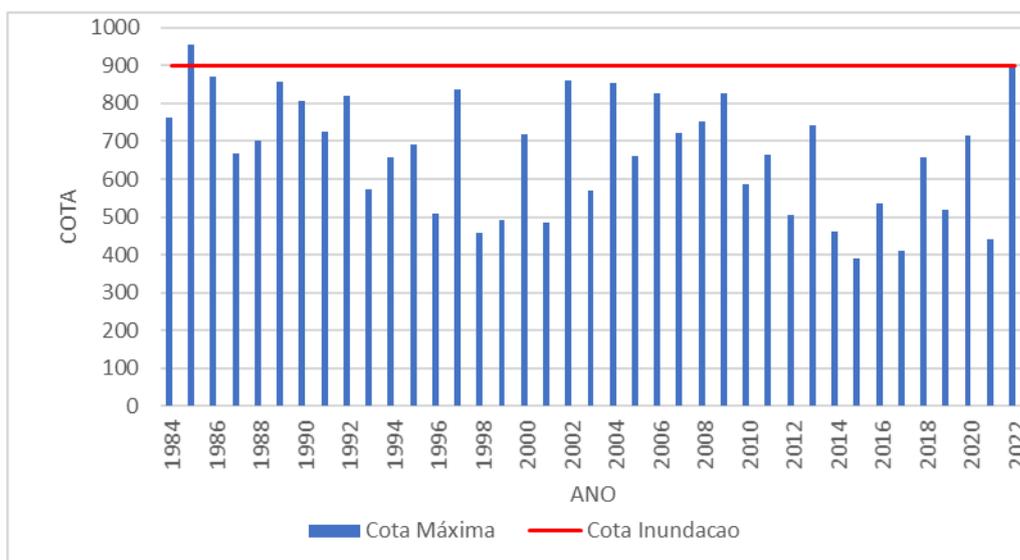


Figura 4. Cotas máximas anuais e cota de inundação para o posto de Barão de Grajau (34311000)

Em Barão de Grajau (34311000) a cota máxima registrada em 2022 foi de 902 cm, acima da cota de inundação (898 cm). A série histórica da estação tem 39 anos de dados e o valor registrado em 2022 foi o segundo maior. O nível máximo atingido foi 34% acima da média histórica. Pela distribuição empírica, o tempo de retorno da cheia de 2022 seria de, aproximadamente, 20 anos. Já pela

distribuição de Gumbel ajustada a série histórica (media 671,4 e desvio padrão 154,0), o tempo de retorno seria de, aproximadamente, 12,7 anos

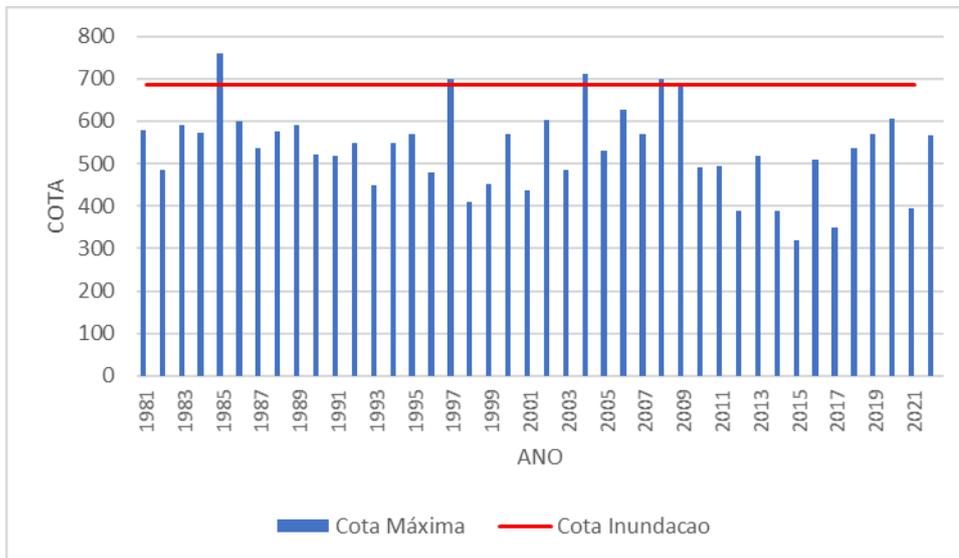


Figura 5. Cotas máximas anuais e cota de inundação para o posto de Teresina Chesf (34690000)

Em Teresina a cota máxima registrada em 2022 na estação Teresina Chesf (34690000) foi de 566 cm, abaixo da cota de inundação (687 cm). A série histórica da estação tem 42 anos de dados e o valor registrado em 2022 foi o décimo nono maior. O nível máximo atingido foi 5,5% acima da média histórica. Pela distribuição empírica, o tempo de retorno da cheia de 2022 seria de, aproximadamente, 2,3 anos. Já pela distribuição de Gumbel ajustada a série histórica (media 536,5 e desvio padrão 97,9), o tempo de retorno seria de, aproximadamente, 3,15 anos.

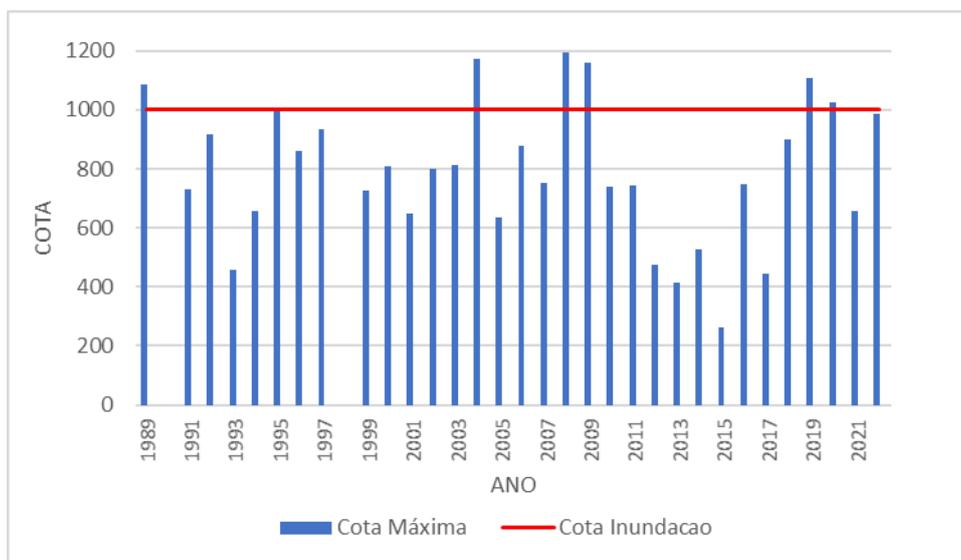


Figura 6. Cotas máximas anuais e cota de inundação para o posto de Faz. Cantinho II (34789000)

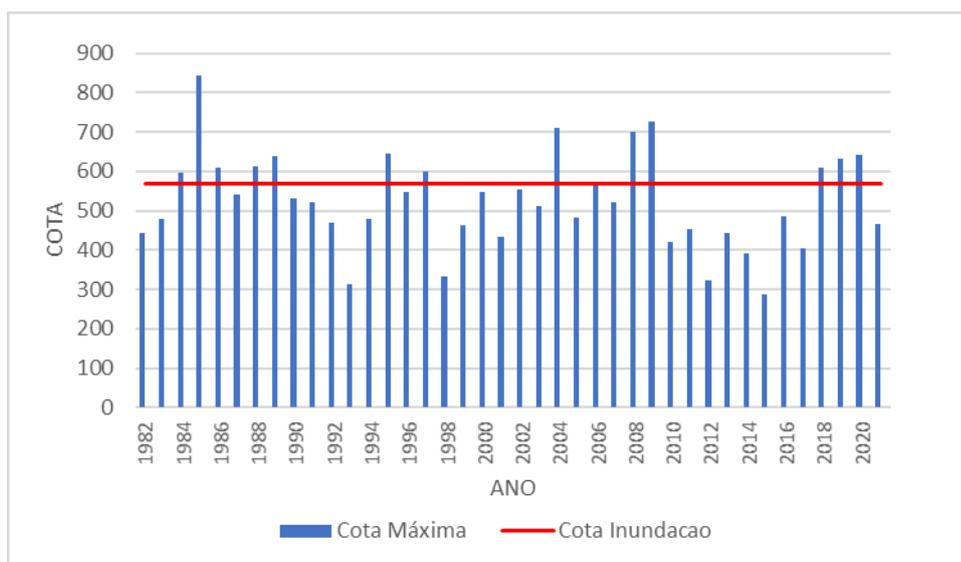


Figura 7. Cotas máximas anuais e cota de inundação para o posto de Luzilândia (34879500)

Quanto a Luzilândia a cota máxima registrada em 2022 foi de 567 cm, a série de dados de 41 anos indica que a cota de inundação (570 cm) foi suplantada 13 vezes. O valor registrado em 2022 foi o decimo quarto maior. O nível máximo atingido foi 7,9% acima da média histórica. Pela distribuição empírica, o tempo de retorno da cheia de 2022 seria de, aproximadamente, 3 anos. Já pela distribuição de Gumbel ajustada a série histórica (media 525,6 e desvio padrão 118,7), o tempo de retorno seria de, aproximadamente, 3,3 anos.

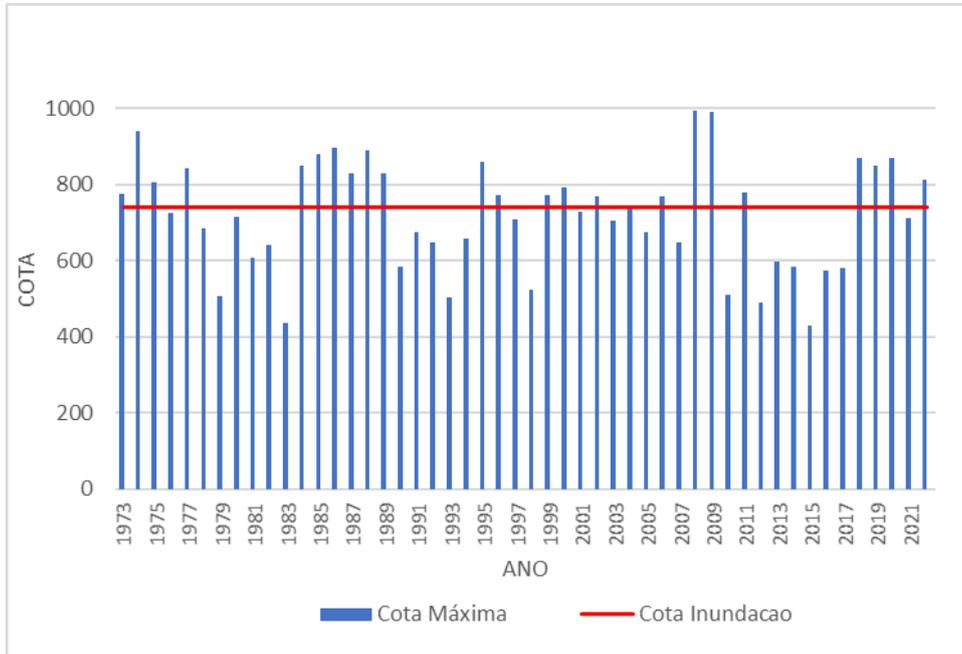


Figura 8. Cotas máximas anuais e cota de inundação para o posto de Pedrinhas (34936000)

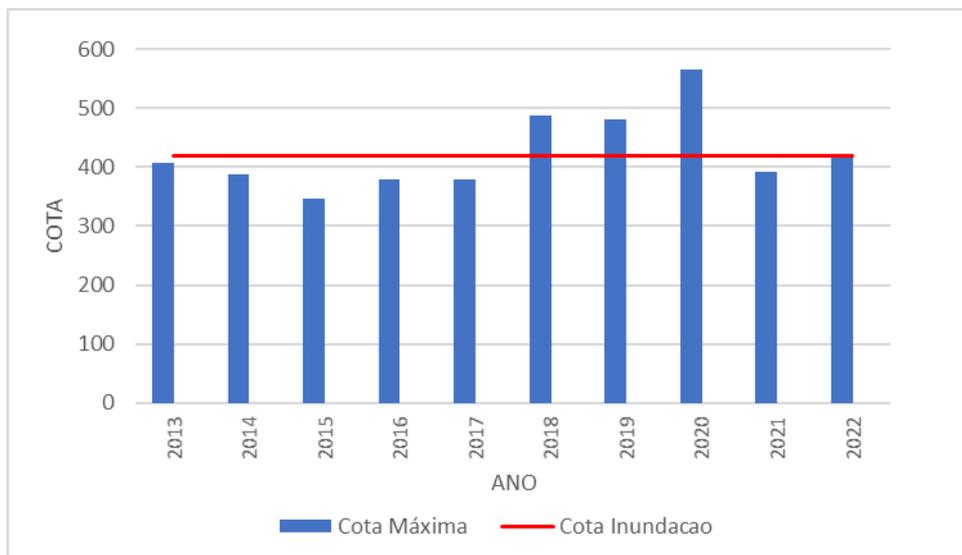


Figura 9. Cotas máximas anuais e cota de inundação para o posto de Esperantina (34940000)

A série histórica da estação Pedrinhas teve início da observação em 2012 e, portanto, em 2022 temos 10 anos de dados. Com base nestes 10 anos de observação calculamos o período de retorno para a estação. A cota máxima registrada em 2022 foi de 423 cm, a série de dados de 10 anos indica que a cota de inundação (420 cm) foi suplantada 4 vezes. O valor registrado em 2022 foi o

quarto maior. O nível máximo atingido foi 0,3% abaixo da média histórica. Pela distribuição empírica, o tempo de retorno da cheia de 2022 seria de, aproximadamente, 2,8 anos. Já pela distribuição de Gumbel ajustada a série histórica (média 424,4 e desvio padrão 66,8), o tempo de retorno seria de, aproximadamente, 2,3 anos.

Na estação de Esperantina a cota máxima registrada em 2022 foi de 812 cm, a série de dados de 50 anos indica que a cota de inundação (740 cm) foi suplantada 23 vezes. O valor registrado em 2022 foi o décimo quinto maior. O nível máximo atingido foi 12,7% acima da média histórica. Pela distribuição empírica, o tempo de retorno da cheia de 2022 seria de 3,4 anos. Já pela distribuição de Gumbel ajustada a série histórica (média 720,3 e desvio padrão 141,7), o tempo de retorno seria de, aproximadamente, 4,6 anos.

Nas figuras de 10 a 15 pode ser observado o comportamento do nível nos meses de janeiro a maio de 2022.

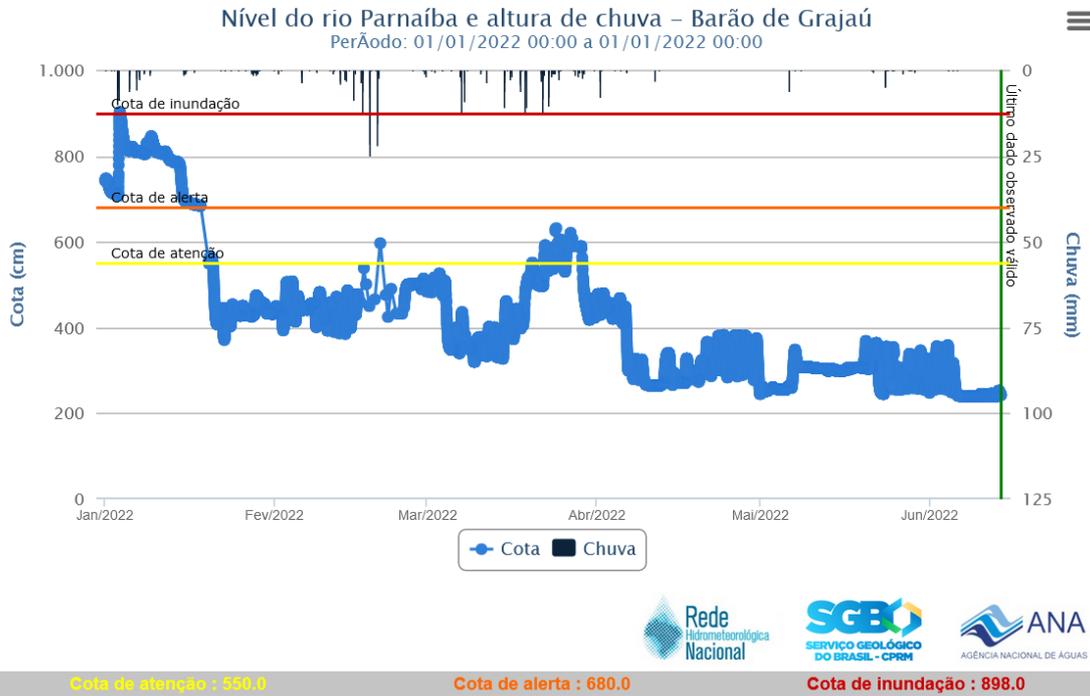


Figura 10. Variação do nível do rio Parnaíba em Barão de Grajaú (34311000) nos 5 primeiros meses de 2022

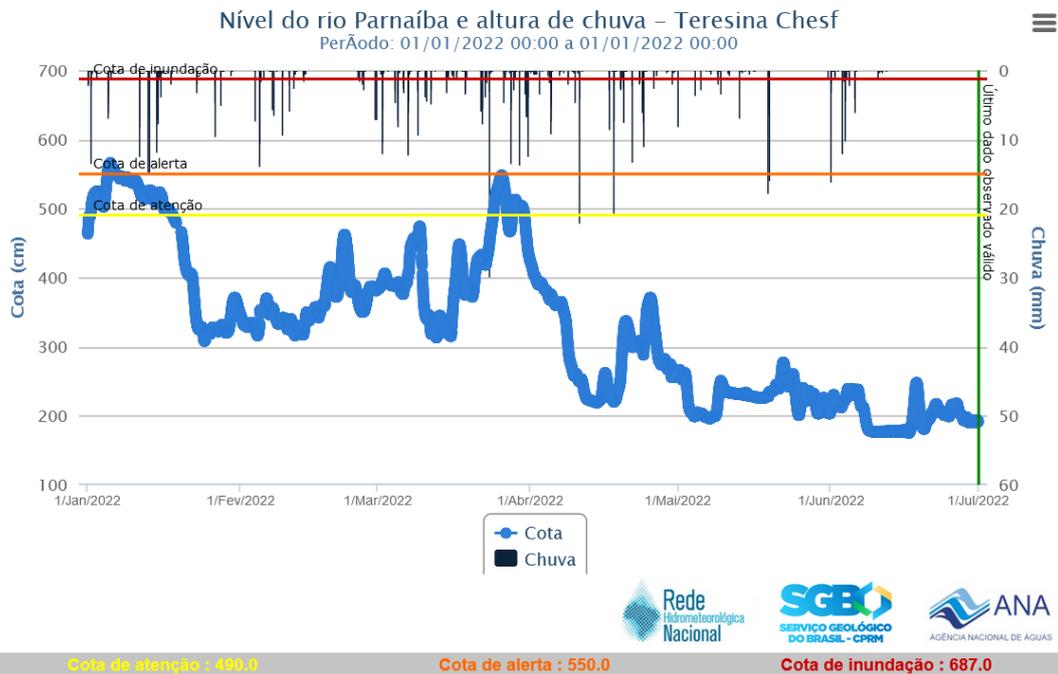


Figura 11. Variação do nível do rio Parnaíba em Teresina Chesf (34690000) nos primeiros 5 meses de 2022

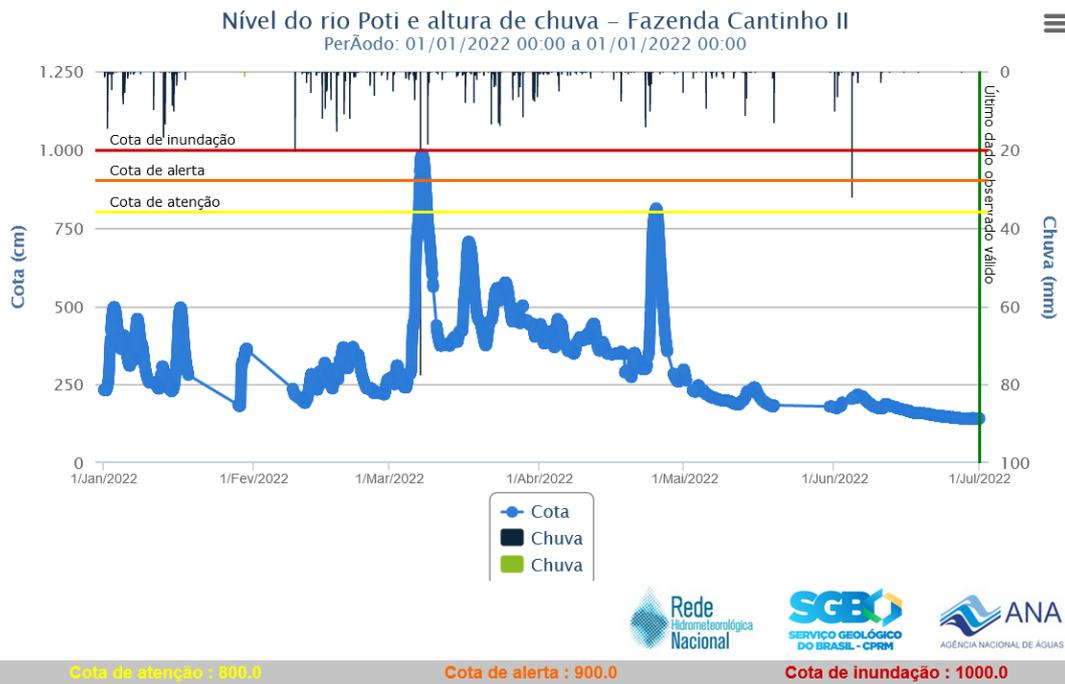


Figura 12. Variação do nível do rio Poti na estação Faz. Cantinho II (34789000) nos primeiros 5 meses de 2022

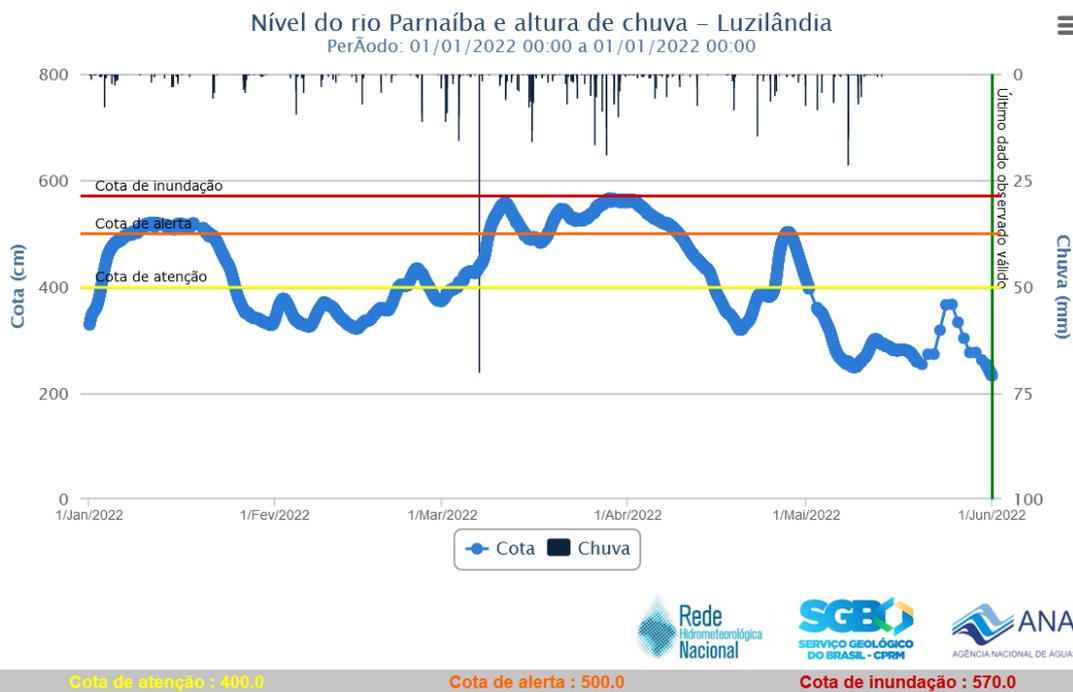


Figura 13. Variação do nível do rio Parnaíba na estação Luzilândia (34879500) nos primeiros 5 meses de 2022

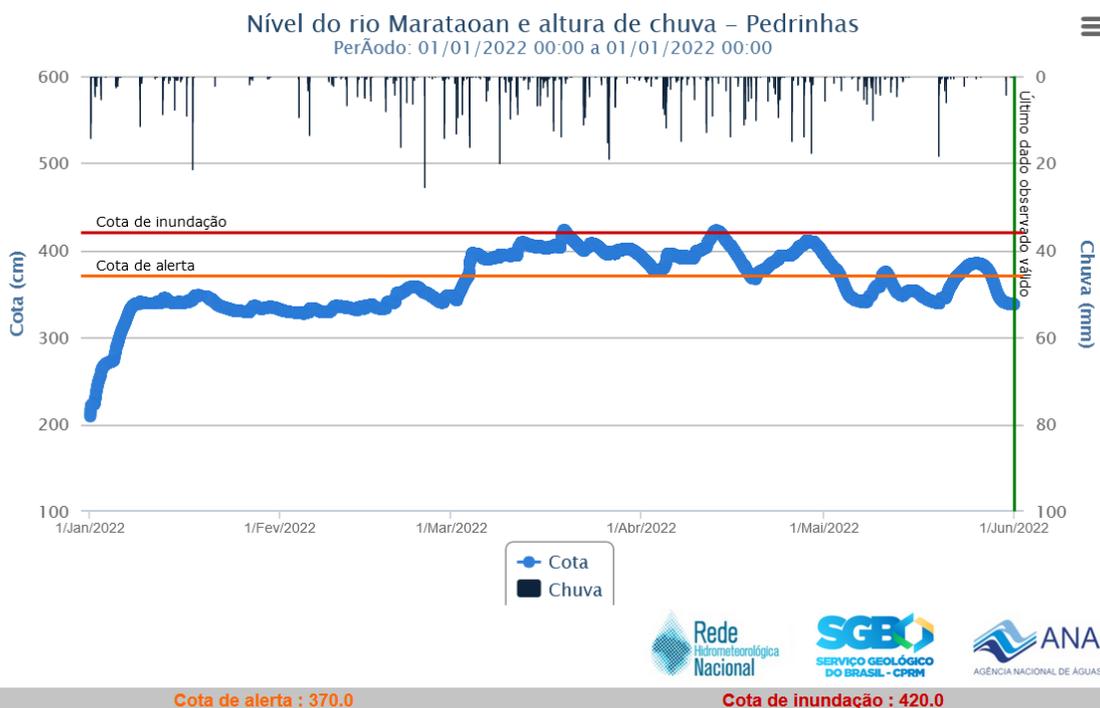


Figura 14. Variação do nível do rio Marathaoan na estação Pedrinhas (34936000) nos primeiros 5 meses de 2022

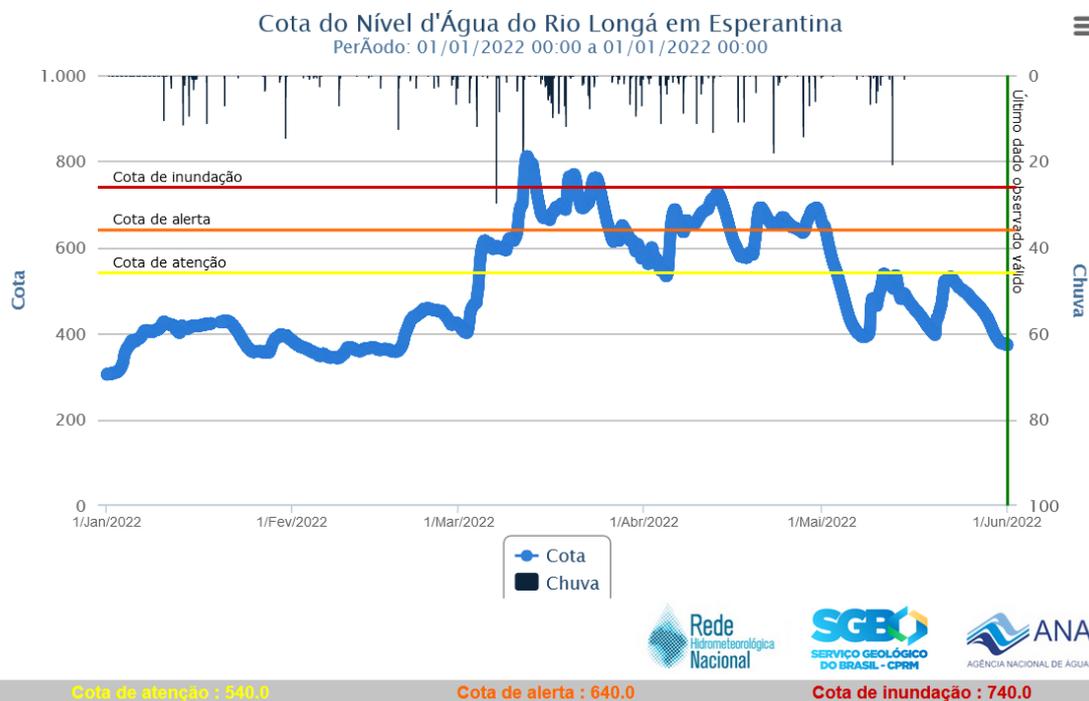


Figura 15. Variação do nível do rio Longa na estação Esperantina (34940000) nos primeiros 5 meses de 2022

5. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

5.1. Campanha de Campo

Nos dias 11/11/2021, 17/11/2021 e 18/11/2021 foi realizada viagem de campo para preparação da operação do sistema de alerta hidrológico em 2022. Nessa atividade de campo foi realizado o contato com os responsáveis pelas Defesas Civas municipais para reforçar o contato e estreitamento das relações e definição de possíveis novas áreas suscetíveis a inundação, identificada no evento chuvoso de 2021 por estas Defesas Civas municipais.

Nesta viagem foram realizadas atividades de inspeção das estações convencionais e automáticas de Barão de Grajaú, Luzilândia, Guadalupe, Esperantina e Pedrinhas.

Os trabalhos foram realizados por equipe formada pelos Pesquisadores Engenheiros Hidrólogos Claudio Damasceno de Souza e Roberto José A. R. Fernandes e pelo Técnico Napoleão Machado de Araújo, todos lotados na Residência de Teresina.



Figura 16. Reunião com gestores da cidade de Esperantina/PI



Figura 17. Reunião com gestores da cidade de Barão de Grajaú/MA



Figura 18. Reunião com gestor da cidade de Floriano/PI

As atividades desenvolvidas são principalmente referentes à viagem de confirmação das cotas de inundação e estreitamento nos contatos com as prefeituras e defesas civis municipais e estaduais dos municípios beneficiados com o sistema de alerta e emissão de boletins.



Figura 19. Reunião com gestores da cidade de Barras/PI

5.2. Emissão de Boletins

Mantendo a sistemática adotada desde o ano de 2021, além dos boletins de monitoramento com a previsão de curto prazo, também foram emitidos boletins semanais apresentando a situação geral observada nos últimos sete dias, bem como a previsão pluviométrica segundo imagens de satélite, de forma a embasar um prognóstico sobre as condições futuras de médio prazo (7 e 15 dias).

No ano de 2022 foram emitidos 244 boletins dos quais 233 foram de monitoramento com a previsão de curto prazo e 11 boletins semanais. Os boletins extraordinários começaram a ser emitidos logo após algum dos pontos monitorados apresentou cota acima da cota de alerta. Dos 233 boletins extraordinários emitidos 4 ocorreram em dezembro de 2021, 62 em janeiro de 2022, 84 em março de 2022, 77 em abril de 2022 e 6 em maio 2022. Os boletins semanais emitidos foram: 1 em março, 6 em abril e 4 em maio.

Tabela 5 – Boletins emitidos pelo SAH/Parnaíba em 2022

Boletim	Quantidade	Período de emissão
Monitoramento Hidrológico	11	29/12/2021 a 31/12/2021 01/01/2022 a 21/01/2022 04/03/2022 a 31/03/2022 01/04/2022 a 30/04/2022 01/05/2022 a 03/05/2022
Alerta Hidrológico	233	18/03/2022 a 30/05/2022

De forma a maximizar a divulgação dos boletins, especialmente quanto da previsão de inundação, além de sua publicação no site da CPRM, os mesmos foram encaminhados por e-mail para diversos atores ligados à Defesa Civil, tanto nas esferas nacional, estadual e municipal, quanto outros órgãos envolvidos com desastres ou monitoramento hidrológico como CEMADEN, CENAD, ANA, SEMAR-PI e a própria CPRM.

Os boletins, também, foram encaminhados via WhatsApp para um grupo criado especificamente para tratar dos problemas decorridos do evento chuvoso de 2022. No grupo faziam parte o corpo de bombeiros e algumas secretarias do governo do estado do Piauí. Outro grupo de WhatsApp que recebia nossos boletins era o da Defesa Civil de Timon e o da Defesa Civil de Teresina. Além dos grupos citados eram encaminhados, também, os boletins via WhatsApp para alguns responsáveis municipais como guarda municipal de Luzilândia, chefe de Gabinete da prefeitura de Esperantina, secretário de defesa civil de Esperantina, secretário de meio ambiente de Barão de Grajaú - MA, Defesa civil de Floriano e alguns jornalistas locais que solicitavam. Além do e-mail encaminhado para cada uma das cidades e responsáveis a comunicação via WhatsApp era acompanhada de nota explicativa ressaltando os riscos iminentes de inundação ou elevação mais drástica do nível do rio.

6. CONCLUSÕES

Com chuvas registradas acima da média nos meses de dezembro de 2021, janeiro e março de 2022 foram observados a ocorrência de inundações nos rios Parnaíba, Marathaoan e Longá. As cidades banhadas por esses rios que foram atingidas por tais inundações foram Floriano/PI, Barras/PI e Esperantina/PI. A cidade de Teresina/PI registrou níveis abaixo da cota de inundação nos rios Parnaíba e Poti. Já na cidade de Luzilândia o rio Parnaíba ficou abaixo da cota de inundação durante o período chuvoso de 2022.

As chuvas excepcionais ocorridas em dezembro e janeiro no sul da bacia provocaram inundações nas cidades de Uruçuí e Floriano. Na estação de Barão de Grajaú (34311000) foi registrado nível máximo de 902 cm em 03/01/2022, 4 cm acima da cota de inundação (898 cm). O nível máximo atingido em 2022 em Barão de Grajaú foi o segundo maior registrado na série histórica de 39 anos.

Na estação de Pedrinhas (34879500) no rio Marathaoan a cota máxima registrada foi de 423 cm ficando acima da cota de inundação (420cm) 3 cm. O nível máximo atingido em 2022 na estação foi o quarto maior registrado na série histórica de 10 anos. O rio Marathaoan registrou níveis acima da cota de Inundação em dois períodos, com valores máximos nos dois eventos de 423 cm:

- no intervalo 04:15 horas às 21:00 horas do dia 19/03/2022 e chegou ao máximo de 423 cm entre as 08:45 horas e 13:45 horas;
- no intervalo do dia 12/04/2022 (18:45 horas) ao dia 14/04/2022 (01:30 horas), chegando ao máximo no dia 13/04/2022 às 8:45 horas.

Em Esperantina (34940000) a cota máxima registrada foi de 812 cm registrada em 12/03/2022 e ultrapassando a cota de inundação (740 cm) 72 cm. O nível máximo atingido em 2022 na estação foi o décimo quinto maior registrado na série histórica de 50 anos.

Já na estação Teresina Chesf (34690000) a cota máxima registrada foi de 566 cm registrada em 05/01/2022 e ultrapassando o nível de Alerta (550 cm) em 16 cm ficando abaixo da cota de inundação (687 cm) 121 cm. O nível máximo

atingido em 2022 na estação Teresina foi o décimo nono maior registrado na série histórica de 42 anos.

Na estação Fazenda Cantinho II (34789000) no rio Poti, localizado na zona rural de Teresina, a cota máxima registrada foi de 985 cm em 07/03/2022 ficando abaixo da cota de inundação (1000 cm) 15 cm. O nível máximo atingido em 2022 na estação Fazenda Cantinho II foi o oitavo maior registrado na série histórica de 32 anos.

Na estação de Luzilândia (34879500) no rio Parnaíba a cota máxima registrada foi de 567 cm em 29/03/2022 ficando abaixo da cota de inundação (570 cm) 3 cm. O nível máximo atingido em 2022 na estação foi o décimo quarto maior registrado na série histórica de 41 anos.

O Sistema de alerta hidrológico da bacia do Parnaíba mostrou, mais uma vez, a sua importância na disseminação de informações que foram importantes para a tomada de decisão dos órgãos responsáveis pelas medidas de mitigação quanto aos problemas relacionados aos prejuízos ocasionados pelas inundações ribeirinhas, com informação do comportamento dos rios monitorados que serviram de base para a tomada de decisão pelas autoridades competentes.

O funcionamento do sistema e a plena divulgação das informações das cotas futuras dos rios monitorados para os órgãos municipais, estaduais e federais foram cruciais para que esses órgãos trabalhassem com informações que pudessem servir de base para o planejamento na salvaguarda de pessoas e seus bens.

7. AGRADECIMENTOS

A operação do sistema de alerta hidrológico da bacia do rio Parnaíba no ano de 2022 só foi possível com a utilização dos dados hidrológicos provenientes da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) de responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA), operada pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e demais parceiros. Por meio de Termo de Execução Descentralizada (TED) de operação da RHN, a Agência Nacional de Águas disponibiliza apoio operacional e financeiro para operação e manutenção das estações da RHN/RHNR, bem como para uso de equipamento de medição.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caderno da Região Hidrográfica do Parnaíba / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006. 184 p. :il. Color.; 27 cm

CANHOLI, A. P. (2015). Drenagem Urbana e Controle de Enchentes. 2ª ed. Oficina de Textos, 384p.

NAGHETTINI, M.; PINTO, E. J. A. (2007). Hidrologia Estatística. Belo Horizonte, CPRM, 552p.