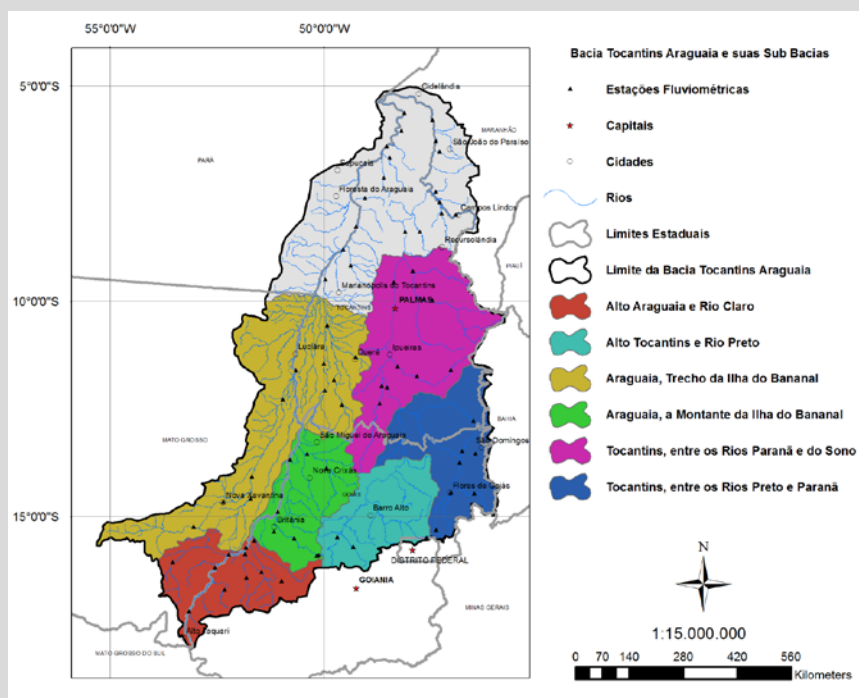


ACOMPANHAMENTO DA ESTIAGEM NAS REGIÕES SUDESTE E CENTRO OESTE DO BRASIL

ACOMPANHAMENTO DAS VAZÕES DA BACIA DO RIO TOCANTINS



Serviço Geológico do Brasil - CPRM

Julho de 2021

ACOMPANHAMENTO DA ESTIAGEM NAS REGIÕES SUDESTE E CENTRO OESTE DO BRASIL

ACOMPANHAMENTO DAS VAZÕES DA BACIA
DO RIO TOCANTINS
(Relatório N° 1 – julho de 2021)

REALIZAÇÃO

Divisão de Hidrologia Aplicada
Superintendência Regional de Goiânia

AUTORES

Luis Tomas Azevedo de Mello
Eber José de Andrade Pinto

Goiânia, julho de 2021

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Bento Albuquerque

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Pedro Paulo Dias Mesquita

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Esteves Pedro Colnago

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

Achiles Monteiro (*In memoriam*)

Coordenação Executiva do DEHID

Eber José de Andrade Pinto

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE GOIÂNIA

Superintendente

Sheila Soraya Alves Knust

Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Vivian Athaydes Canello Fernandes

Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Marcelo Ferreira da Silva

Gerente de Infraestrutura Geocientífica

Wilian Ribeiro de Padua

Gerente de Administração e Finanças

Marcelo Henrique da Silva Rosa

**ACOMPANHAMENTO DA ESTIAGEM NAS REGIÕES SUDESTE E CENTRO OESTE
DO BRASIL**

ACOMPANHAMENTO DAS VAZÕES DA BACIA DO RIO TOCANTINS

(RELATÓRIO N° 1 – ANO 2021)

REALIZAÇÃO

Divisão de Hidrologia Aplicada
Superintendência Regional de Goiânia

AUTORES

Luis Tomas Azevedo de Mello
Eber José de Andrade Pinto

EQUIPE DO PROJETO

Pesquisadores em Geociências

Luis Tomas Azevedo de Mello – M. Sc.
Aldrei Marucci Veiga – M. Sc.
Denise Christina de Rezende Melo
Marcus Suassuna Santos – DSc.
Marcos Figueiredo Salviano – M. Sc.

Técnicos em Geociências

Adolfo Reginaldo Jeronimo
Indimar Virgilino
Suzana Silva Batista
Rafael Tavares
Thiago Quintiliano de Castro – M. Sc.
Victor Scardua Paschoal
Vitor Nunes de Lima

Equipe de Escritório

Claudia de Sousa Guedes – M. Sc.

FIGURA DA CAPA: Imagem gerada por geoprocessamento por Rafael Tavares

**ACOMPANHAMENTO DA ESTIAGEM NAS REGIÕES
SUDESTE E CENTRO OESTE DO BRASIL**

ACOMPANHAMENTO DAS VAZÕES DA BACIA DO RIO TOCANTINS

**Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Superintendência Regional de Goiânia**

Copyright @ 2021 CPRM - Superintendência Regional de Goiânia
Rua 148, 485 - Setor Marista
Goiânia - GO - Brasil
CEP: 74170-110
Tel.: (62) 3240-1400
<http://www.cprm.gov.br/>

Dados internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

M527a	Mello, Luis Tomas Azevedo de. Acompanhamento das vazões da bacia do rio Tocantins / Luis Tomas Azevedo de Melo, Eber José de Andrade Pinto. – Goiânia : CPRM, 2021. 1 recurso eletrônico : PDF ; il. – (Relatório; 1)
	1.Recursos Hídricos - Tocantins. 2. Bacia do rio Tocantins. 3.Vazões – Bacia do rio Tocantins. I.Pinto, Eber José de Andrade. II.Título.
	CDD 551.483

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Maria Gasparina de Lima CRB1- 1243

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

A água, um recurso natural de valor incalculável para a humanidade, cria imensos desafios quando se observam situações relacionadas a ocorrência de eventos extremos como as secas e as inundações. Eventos deste tipo geram conflitos e degradam substancialmente a vida das populações.

Em períodos de estiagem pronunciada é extremamente importante que a sociedade brasileira e as autoridades tenham instrumentos para gerenciar possíveis situações de escassez de água. Um destes instrumentos é o conhecimento da quantidade realmente disponível atualmente e a possibilidade de fazer prognósticos da situação futura.

Nos meses de janeiro a março de 2014, em grande parte do sudeste brasileiro, as chuvas foram bem abaixo da média histórica, indicando que durante o período seco do ano, nos meses de maio a setembro, poderiam ser registrados níveis e vazões mínimas recordes nos principais rios da região.

Consciente desta situação, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, o Serviço Geológico do Brasil, em consonância com a sua missão de gerar e difundir conhecimento hidrológico, e em parceria com Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) alteraram o planejamento de operação da rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) para acompanhar este período de estiagem. Além do replanejamento da operação da RHN também foram efetuados diversas atividades e estudos que auxiliaram no entendimento e acompanhamento da estiagem de 2014, bem como das subsequentes, de 2015 a 2019.

No atual ano hidrológico, 2020/2021, observa-se uma estiagem bastante severa na Região Hidrográfica do Paraná, para a qual foi declarada situação crítica de escassez quantitativa dos recursos hídricos até 30 de novembro de 2021, resolução ANA Nº 77 de 01 de junho de 2021. Esta estiagem, associada aos déficits dos anos anteriores, gerou problemas de armazenamento de energia no subsistema Sudeste/Centro-Oeste que compõe o Sistema Interligado Nacional (SIN). A CPRM opera estações hidrometeorológicas nas bacias dos rios Grande, Paranaíba e Tocantins, as quais representam 80,86% da capacidade de armazenamento de energia do subsistema Sudeste/Centro-Oeste. Também se observa situação de estiagem severa na bacia do Alto Paraguai. Dessa forma, além das bacias acompanhadas nos anos anteriores, foram incluídas no acompanhamento da estiagem as bacias do Alto Paraguai e parte do Tocantins.

Assim, dando prosseguimento ao acompanhamento da estiagem, a CPRM publica esta série de documentos em 2021, objetivando fornecer uma atualização da situação das vazões e/ou níveis dos principais rios das regiões Sudeste e Centro-Oeste.

Frederico Cláudio Peixinho
Chefe do Departamento de Hidrologia

SUMÁRIO

Resumo.....	03
1 – Introdução.....	06
2 – Metodologia.....	07
3 – Resultados.....	09
4 – Considerações Finais.....	20
5 – Referências Bibliográficas.....	21
APÊNDICE I - Vazões Médias Mensais.....	23
APÊNDICE II – Previsão de vazões.....	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Bacia Hidrográfica Tocantins Araguaia

Figura 2 - Localização das estações fluviométricas monitoradas.

Figura 3 - Razão entre a vazão de junho de 2021 e a vazão média mensal de junho.

Figura 4 – Razão entre a vazão de junho de 2021 e a $Q_{95\%}$.

Figura 5 – Razão entre a vazão de junho de 2021 e a vazão $Q_{90\%}$.

Figura 6- Comparação entre a precipitação média e a precipitação observada para o mês de junho

Figura 7 - Comparação entre a precipitação acumulada desde o início do ano hidrológico até o mês de junho.

Figura 8 - Precipitação estimada para o período de outubro a junho (parte 1).

Figura 9- Precipitação estimada para o período de outubro a junho (parte 2)

Figura 10 - Risco de as vazões serem iguais ou inferiores a $Q_{90\%}$ em setembro/2021

Figura 11 - Risco de as vazões serem iguais ou inferiores a $Q_{95\%}$ em setembro/2021

Figura 12 – Vazões médias mensais do Rio Uru na estação Uruana.

Figura 13 – Vazões médias mensais do Rio Tocantins na estação Peixe.

Figura 14 - Vazões médias mensais do Rio Santa Tereza na estação Colonha.

Figura 15 - Vazões médias mensais do Rio Manoel Alves na estação Fazenda Lobeira.

Figura 16 - Vazões médias mensais do Rio Araguaia na estação Barra do Garças.

Figura 17 - Vazões médias mensais do Rio Caiapó na estação Peres.

Figura 18 - Vazões médias mensais do Rio Claro na estação Montes Claros de Goiás.

Figura 19 - Vazões médias mensais do Rio Vermelho na estação Travessão.

Figura 20 - Vazões médias mensais do Rio Araguaia na estação Bandeirantes.

Figura 21 - Vazões médias mensais do Rio Javaés na estação Fazenda Cobrape.

Figura 22 - Vazões médias mensais do Rio Formoso na estação Projeto Rio Formoso.

Figura 23 - Vazões médias mensais do Rio Javaés na estação Barreira da Cruz.

Figura 24 – Previsão de vazões médias do Rio Uru na estação Uruana.

Figura 25– Previsão de vazões médias do Rio Tocantins na estação Peixe.

Figura 26 – Previsão de vazões médias do Rio Santa Tereza na estação Colonha.

Figura 27 – Previsão de vazões médias do Rio Manuel Alves na estação Fazenda Lobeira.

Figura 28 – Previsão de vazões médias do Rio Araguaia na estação Barra do Graças.

Figura 29 – Previsão de vazões médias do Rio Caiapó na estação Peres.

Figura 30 – Previsão de vazões médias do Rio Claro na estação Montes Claros de Goiás.

Figura 31 – Previsão de vazões médias do Rio Vermelho na estação Travessão.

Figura 32 – Previsão de vazões médias do Rio Araguaia na estação Bandeirantes.

Figura 33 – Previsão de vazões médias do Rio Javaés na estação Fazenda Cobrape.

Figura 34 – Previsão de vazões médias do Rio Formoso na estação Projeto Rio Formoso.

Figura 35 – Previsão de vazões médias do Rio Javaés na estação Barreira da Cruz.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação das estações fluviométricas indicadoras localizadas na área de atuação da SUREG/GO

Tabela 2 - Relação de estações indicadoras, precipitação e vazões características

Tabela 3 - Vazões Médias mensais das vazões indicadoras

RESUMO

A crescente demanda pelos recursos hídricos exige que o planejamento de uso seja realizado com antecedência. O monitoramento da estiagem na bacia hidrográfica do Tocantins Araguaia é realizado com 12 estações fluviométricas selecionadas como indicadoras das suas condições hidrológicas. Este relatório apresenta os resultados da comparação da precipitação e a vazão mensal com a média histórica de registros da estação e com as vazões de referência para o rio monitorado através da razão entre esses valores. A análise é completada com o prognóstico de três meses para as vazões das estações indicadoras. Maio é o início da estação seca e Travessão localizada no Rio Vermelho já está com vazão abaixo da $Q_{95\%}$. A probabilidade é que Barreira da Cruz também atinja a vazão de referência no mês de julho e outras estações para o mês de agosto.

ABSTRACT

The growing demand for water resources requires that use planning be carried out in advance. The monitoring low-flow in the Tocantins Araguaia basin is carried out with 12 streamflow gauges selected as indicators of hydrological conditions. This report presents the results of comparing rainfall and monthly flow with the historical average of the series and with the reference flows for the monitored river through the ratio between these values. The analysis is completed with a three-month forecast for flow rates from the indicator stations. May is the beginning of the dry season and the Red River at Travessão already has a flow below $Q_{95\%}$. Probably Barreira da Cruz will also reach the reference flow in the month of July and other gauges in the month of August.

1 INTRODUÇÃO:

A CPRM opera há mais de 40 anos cerca de 75% da rede básica nacional de responsabilidade da ANA-Agência Nacional de Águas. A Superintendência Regional de Goiânia da CPRM - SUREG/GO, por sua vez, opera uma rede de estações fluviométricas da grande Bacia Hidrográfica Tocantins Araguaia. Essas estações estão localizadas nas seguintes sub-bacias:

- sub-bacia 20 – Área de drenagem do Alto Tocantins, até a confluência com o rio Preto, inclusive; uma estação fluviométrica localizada no Rio Uru;
- sub-bacia 22 – Área de drenagem do rio Tocantins, compreendida entre a confluência do rio Paranã, exclusive, e a confluência do rio do Sono, inclusive; três estações fluviométricas, localizadas nos Rios Manuel Alves, Santa Teresa e Tocantins;
- sub-bacia 24 – Área de drenagem do Alto Araguaia, até a confluência com o rio Claro, inclusive; três estações fluviométricas localizadas nos Rios Araguaia, Caiapó e Claro;
- sub-bacia 25 – Área de drenagem do rio Araguaia, compreendida entre a confluência do rio Claro, exclusive, e a seção a montante da bifurcação do Araguaia, em seus dois braços, maior e menor; duas estações fluviométricas localizadas nos Rios Araguaia e Vermelho;
- sub-bacia 26 – Área de drenagem do rio Araguaia, compreendida entre sua bifurcação e a confluência dos seus dois braços, incluindo Ilha do Bananal; três estações fluviométricas localizadas nos Rios Formoso e Javaés.

A Bacia Hidrográfica do Tocantins Araguaia, em termos significativos, banha os estados de Goiás, Mato Grosso, Tocantins, Pará, Maranhão e uma pequena parte do Distrito Federal.

Nos rios de domínio da União a Agência Nacional de Águas determina a concessão de outorgas em função da $Q_{95\%}$ (vazão com garantia de permanência em 95% do tempo). O Estado de Goiás no Art. 12 da Resolução nº 09 de maio de 2005, o estado do Mato Grosso pela Resolução nº 27 de 09 de junho de 2009, e o Estado do Pará pela Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos nº 10 de 03/09/2010 também adotam a $Q_{95\%}$ para a outorga de uso das águas no domínio estadual. Por sua vez, o estado do Tocantins, através do Decreto nº 2432 de 6 de junho de 2005 e o Estado do Maranhão pela Resolução Conerh nº 057 de 2019, determinam a $Q_{90\%}$ como sendo a vazão de referência para outorga nos rios de domínio estadual.

A possibilidade de ocorrência de uma estiagem severa associada à crescente demanda pelo uso da água aumentou a necessidade por informação sobre os níveis e as vazões da bacia do Tocantins Araguaia. Assim, a partir do segundo semestre de 2021, a CPRM iniciou a divulgação mensal do monitoramento hidrológico da Bacia do Tocantins Araguaia a partir dos resultados coletados nas campanhas de medições de vazões da RHN e RHNR e prognósticos a fim de informar a situação dos pontos de monitoramento em especial no período de estiagem hídrica.

A **Figura 1** apresenta a localização das sub-bacias que fazem parte da Bacia Hidrográfica Tocantins Araguaia bem como as estações fluviométricas operadas pela SUREG/GO da CPRM.

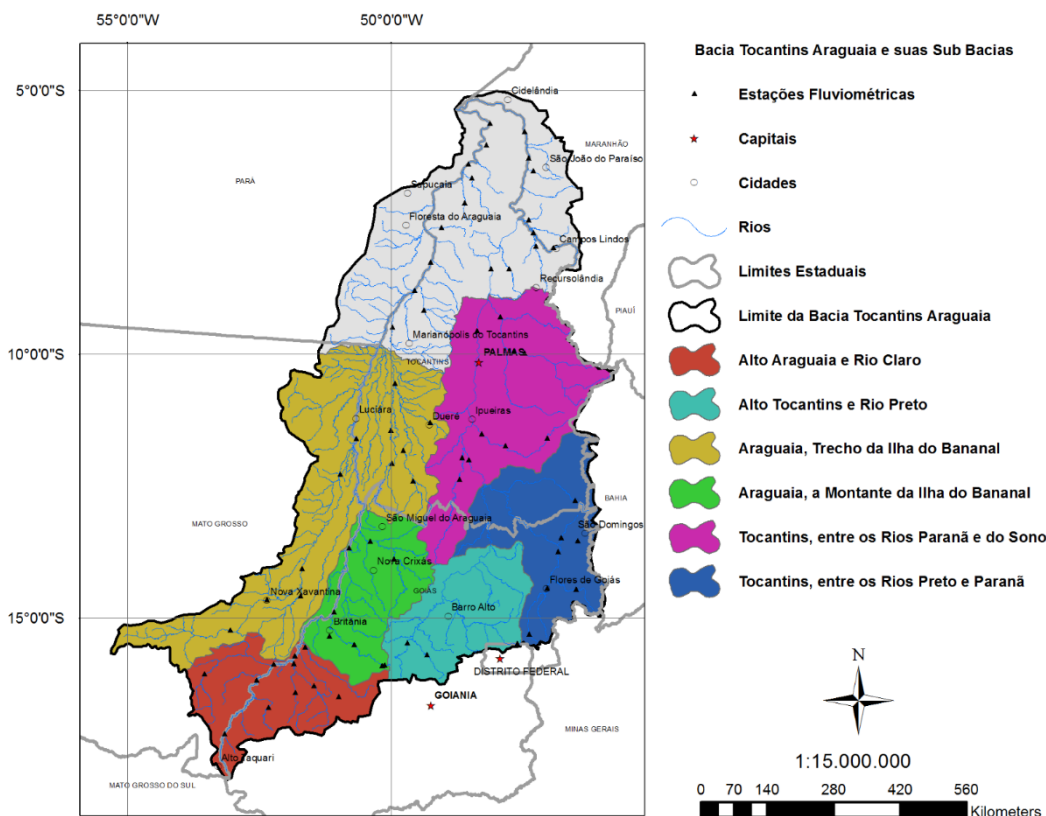


Figura 1 - Bacia Hidrográfica Tocantins Araguaia.

Este é o primeiro relatório do monitoramento da estiagem de 2021 para a bacia do Tocantins Araguaia elaborado pela SUREG/GO e apresenta uma análise das vazões e precipitações observadas no mês de junho de 2021 bem como o prognóstico das vazões para os meses seguintes.

O relatório é composto por esta Introdução e a seguir, pela descrição da Metodologia, apresentação dos Resultados, Considerações Finais, Anexo e Apêndices.

2 METODOLOGIA:

A metodologia utilizada consiste nas seguintes atividades:

- Comparação da vazão mensal observada com:
 - Vazão média mensal;
 - Vazões com permanência de 90%, $Q_{90\%}$
 - Vazão com permanência de 95%, $Q_{95\%}$
- Elaboração de prognóstico de vazões.

2.1 Análise da vazão média mensal observada

As séries de vazões observadas referem-se às vazões (ou descargas líquidas) obtidas **indiretamente**, através dos níveis d'água (ou cotas). A transformação cota-descarga é feita pela **curva chave**. No acompanhamento da estiagem de estações fluviométricas convencionais foi estabelecida uma rotina de obtenção de dados de níveis dos rios de forma mais ágil, via telefone diretamente com o observador. Para tanto foi selecionado um grupo de estações fluviométricas, chamadas estações indicadoras, levando em conta os seguintes critérios:

- Localização;
- Curva chave estável;
- Tamanho da série de vazões;
- Telemétrica ou com possibilidade de contactar o observador;
- Existência de equipamento automático de medição de nível.

Os dados fluviométricos diários são enviados uma vez por semana pelos observadores.

A partir dos dados de níveis dos rios e com a utilização das curvas chaves, são geradas as vazões diárias e calculadas as vazões médias mensais, e estas são comparadas com:

- Vazão média mensal histórica;
- Vazão de referência utilizada para a concessão de outorga, $Q_{90\%}$, no estado de Tocantins em rios de domínio estadual e $Q_{95\%}$ nos rios de domínio da união;

Esta análise evidencia quais são as regiões onde se registram as condições mais críticas de estiagem.

Concomitante a análise da vazão mensal, também é realizada o acompanhamento das previsões climática e meteorológica e comparação da precipitação observada e a média histórica sobre as bacias monitoradas. Os resultados da análise das precipitações constam do um relatório que pode ser acessado no seguinte endereço na Internet.

http://www.cprm.gov.br/sace/index_secas_estiagens.php.

2.2 Elaboração de prognóstico de vazões

O prognóstico de vazões é feito para todas as estações indicadoras, utilizando modelo “autoregressivo”, válido para o período de estiagem, com discretização mensal e horizonte de previsão de até 3 meses.

O modelo “autoregressivo” consiste em estabelecer as razões entre as vazões mensais de meses subsequentes, por exemplo, a vazão de Maio dividida pela vazão de Abril. Assim, utilizando toda a série histórica de vazões mensais é possível constituir séries de razões entre as vazões de meses do mês atual e do mês anterior. A previsão de vazão para o mês subsequente é realizada com a mediana da série de razões. Também foi definido um intervalo de variação desta previsão baseado nas razões calculadas com percentil de 5% e 95%.

3 RESULTADOS:

3.1 Análise da vazão média mensal observada

A SUREG/GO opera 195 estações fluviométricas, e desse conjunto foram selecionadas 12 estações localizadas na Bacia do Tocantins Araguaia com maior estabilidade no envio dos dados para serem indicadoras da situação hídrica da bacia. Essas estações estão listadas na Tabela 1, e suas localizações referenciadas na Figura 2.

Tabela 1 – Relação das estações fluviométricas indicadoras localizadas na área de atuação da SUREG/GO

Código	Nome	Rio	UF	Latitude	Longitude	AD
20200000	Uruana	Rio Uru	GO	-15,4961	-49,6908	3.700
22050001	Peixe	Rio Tocantins	TO	-12,0231	-48,5328	128.000
22100000	Colonha	Rio Santa Tereza	TO	-12,3922	-48,7117	8.720
22250000	Fazenda Lobeira	Rio Manuel Alves	TO	-11,5328	-48,2886	14.500
24700000	Barra do Garças	Rio Araguaia	GO	-15,8914	-52,2278	36.800
24800000	Peres	Rio Caiapó	GO	-15,8897	-51,8528	12.000
24950000	Montes Claros de Goiás	Rio Claro	GO	-15,9397	-51,3575	10.100
25130000	Travessão	Rio Vermelho	GO	-15,5358	-50,7047	5.310
25700000	Bandeirantes	Rio Araguaia	GO	-13,6897	-50,8000	92.300
26711000	Fazenda Cobrape	Rio Javaés	TO	-11,4644	-50,0078	10.500
26730000	Projeto Rio Formoso	Rio Formoso	TO	-11,8392	-49,7711	9.040
26800000	Barreira da Cruz	Rio Javaés	TO	-10,5647	-49,9342	35.800

AD – Área de drenagem (Km²).

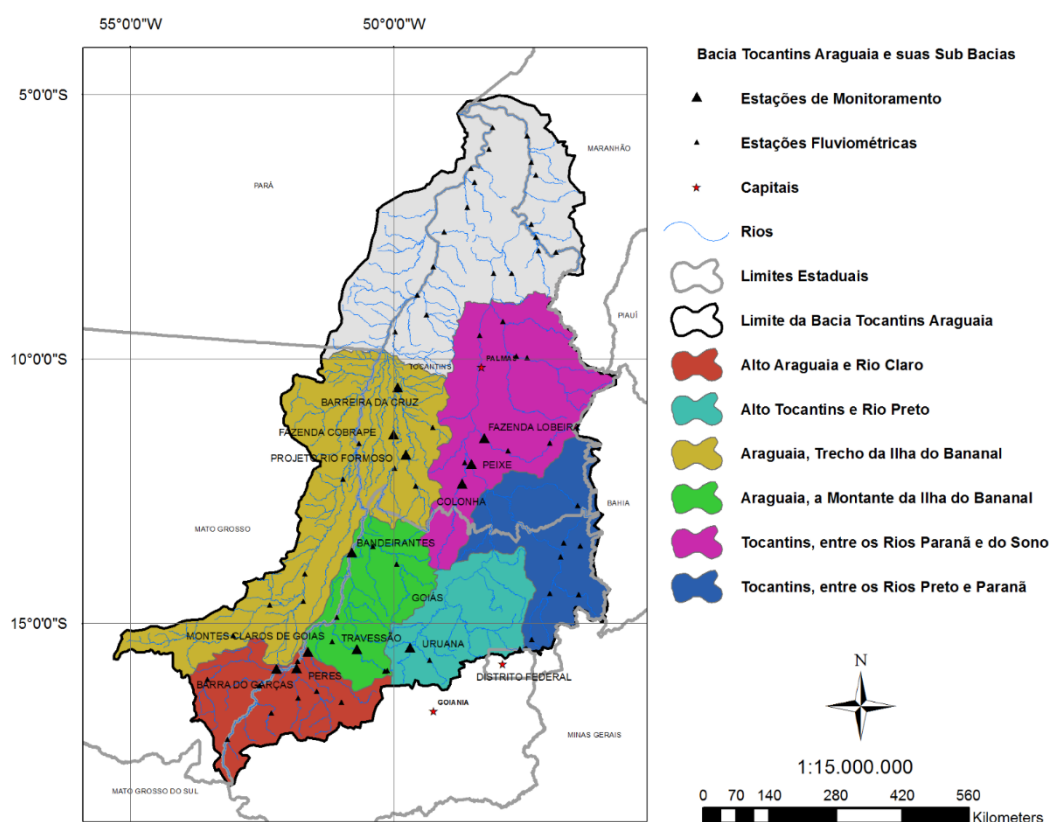


Figura 2 - Localização das estações fluviométricas monitoradas.

O ano hidrológico na Bacia Hidrográfica do Tocantins Araguaia vai de outubro a setembro, sendo o período chuvoso de outubro a março e o seco de abril a setembro. No ano hidrológico 2020/2021 as chuvas mensais ficam a baixo da média histórica dos últimos 20 anos.

Na presente análise, as vazões de junho de 2021 foram comparadas com as vazões de referência para concessão de outorga nos rios de domínio da união ($Q_{95\%}$) e nos de domínio do estado, sendo para o Tocantins a $Q_{90\%}$ e para o Goiás e o Mato Grosso a $Q_{95\%}$. Esses valores de referência estão apresentados nas Tabelas 2 e 3.

A **Tabela 2** apresenta para as estações indicadoras, os valores referentes ao mês de **junho de 2021** das precipitações médias e observadas para a área de drenagem do monitoramento, das vazões médias e observadas, das vazões de referência $Q_{90\%}$ e $Q_{95\%}$ usadas para outorga nos estados banhado pela Bacia e as Razões entre esses valores de referência com os valores observados do mês analisado. **As vazões mensais cujos valores estão entre a $Q_{90\%}$ e a $Q_{95\%}$ estão representados em roxo, e as vazões abaixo da $Q_{95\%}$ estão representados em vermelho.**

A **Tabela 3** apresenta as vazões mensais registradas a partir de **outubro de 2020**. Da mesma forma, **as vazões mensais cujos valores estão entre a $Q_{90\%}$ e a $Q_{95\%}$ estão representados em roxo, e as vazões abaixo da $Q_{95\%}$ estão representados em vermelho.**

No **Apêndice I** estão apresentados gráficos das vazões mensais observadas de outubro de 2019 a junho de 2021, as vazões médias e as vazões de referência para cada estação indicadora desse relatório. Analisando esses gráficos, observa-se que as vazões do atual ano hidrológico, 2020/2021, são menores que as do ano anterior, 2019/2020, com exceção do Rio Santa Teresa em Colonha.

Tabela 2 - Relação de estações indicadoras, precipitação e vazões características

Codigo	Nome	UF	Rio	Pmed Jun (mm)	Pobs Jun (mm)	Q _{med} (m3/s)	Q ₉₅ (m3/s)	Q ₉₀ (m3/s)	Q _{jun} (m3/s)	Razão Q _{jun} /Q _{med}	Razão Q _{jun} /Q ₉₅	Razão Q _{jun} /Q ₉₀
20200000	Uruana	GO	Rio Uru	9,8	0,5	36,4	9,37	12,9	18,8	0,516	2,01	1,46
22050001	Peixe	TO	Rio Tocantins	4,8	10,2	908	531	598	719	0,792	1,35	1,20
22100000	Colonha	TO	Rio Santa Tereza	5,3	4,5	33,3	1,8	3,78	16,6	0,498	9,22	4,39
22250000	Fazenda Lobeira	TO	Rio Manuel Alves	4,5	0	64,4	22,9	27,6	41,5	0,644	1,81	1,50
24700000	Barra do Garças	GO	Rio Araguaia	10,2	7,2	328	178	200	225	0,686	1,26	1,13
24800000	Peres	GO	Rio Caiapó	8,5	7,8	89,0	25,9	33,6	45,9	0,516	1,77	1,37
24950000	Montes Claros de Goiás	GO	Rio Claro	9,9	3,3	67,8	22,4	29,7	36,7	0,541	1,64	1,24
25130000	Travessão	GO	Rio Vermelho	10,1	1	28,6	3,69	6,07	3,03	0,106	0,82	0,50
25700000	Bandeirantes	GO	Rio Araguaia	7,6	0,7	761	274	326	413	0,543	1,51	1,27
26711000	Fazenda Cobrape	TO	Rio Javaés	4,8	1,7	40,6	0,17	0,35	17,6	0,433	104	50,3
26730000	Projeto Rio Formoso	TO	Rio Formoso	5,1	1,1	15,1	0,97	1,51	8,52	0,564	8,78	5,64
26800000	Barreira da Cruz	TO	Rio Javaés	3,9	0,8	373	10,1	14,3	41,5	0,111	4,11	2,90

Pmed – precipitação média mensal de 2000 a 2021 sobre a área de drenagem da estação indicadora;

Pobs – Precipitação observada no mês corrente sobre a área de drenagem da estação indicadora;

Qmed – vazão média mensal do mês em análise;

Q₉₀ - vazão com permanência de 90%;

Q₉₅ - vazão com permanência de 95%;

Razão - razão entre a vazão média do mês em análise e a vazão média mensal do mesmo mês;

As vazões mensais cujos valores estão entre a Q_{90%} e a Q_{95%} estão representados em roxo, e as vazões abaixo da Q_{95%} estão representados em vermelho

Tabela 3 - Vazões Médias mensais das vazões indicadoras

Codigo	Nome	Q ₉₅	Q ₉₀	out/20	nov/20	dez/20	jan/21	fev/21	mar/21	abr/21	mai/21	jun/21
		(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
20200000	Uruana	9,37	12,9	11,9	22,3	24,4	28,8	71,2	78,8	44,2	31,1	18,8
22050001	Peixe	531	598	989	1245	1196	814	1306	1273	590	501	719
22100000	Colonha	1,8	3,78	1,12	13,6	36,9	70,4	291	360	67,7	35,6	16,6
22250000	Fazenda Lobeira	22,9	27,6	22,2	83,1	75,0	55,7	386	290	145	77,4	41,5
24700000	Barra do Garças	178	200	156	186	335	638	645	1093	376	325	225
24800000	Peres	25,9	33,6	29,1	39,9	52,5	127	216	226	94,2	63,3	45,9
24950000	Montes Claros de Goiás	22,4	29,7	44,1	39,4	44,8	51,3	173	328	81,7	49,8	36,7
25130000	Travessão	3,69	6,07	7,86	18,8	11,0	18,7	79,0	85,2	18,2	6,31	3,03
25700000	Bandeirantes	274	326	224	385	406	866	1098	2160	931	548	414
26711000	Fazenda Cobrape	0,17	0,35									17,6
26730000	Projeto Rio Formoso	0,97	1,51	5,76	16,6	13,0	15,3	81,2	214	86,7	35,7	8,52
26800000	Barreira da Cruz	10,1	14,3	7,59	13,1	23,1	50,3	189	878	798	265	41,5

Q₉₀ - vazão com permanência de 90%;

Q₉₅ - vazão com permanência de 95%;

As vazões mensais cujos valores estão entre a Q_{90%} e a Q_{95%} estão representados em roxo, e as vazões abaixo da Q_{95%} estão representados em vermelho

Pela **Tabela 2** é possível observar de forma geral que as vazões do mês de **junho** estão abaixo da média em relação ao histórico de dados. O mesmo acontece com as precipitações observadas em relação a média histórica analisada. A exceção é a estação **Peixe** localizada no **Rio Tocantins** cuja precipitação do mês ficou acima da média e por esse motivo mantiveram, apesar de abaixo da média, saldáveis as vazões desta estação.

Os valores de precipitação e vazão abaixo da média histórica já no início do período seco podem ser um indicativo de escassez para os próximos meses. A situação mais crítica é observada na estação **Travessão** localizada no **Rio Vermelho** no estado de Goiás cuja vazão mensal está abaixo da $Q_{95\%}$.

Barreira da Cruz localizada a jusante de **Fazenda Cobrape** no **Rio Javés** também está com a vazão muito baixa em relação a sua média histórica.

A **Figura 3** apresenta a razão entre a vazão do mês de junho de 2021 e a vazão média do mesmo mês.

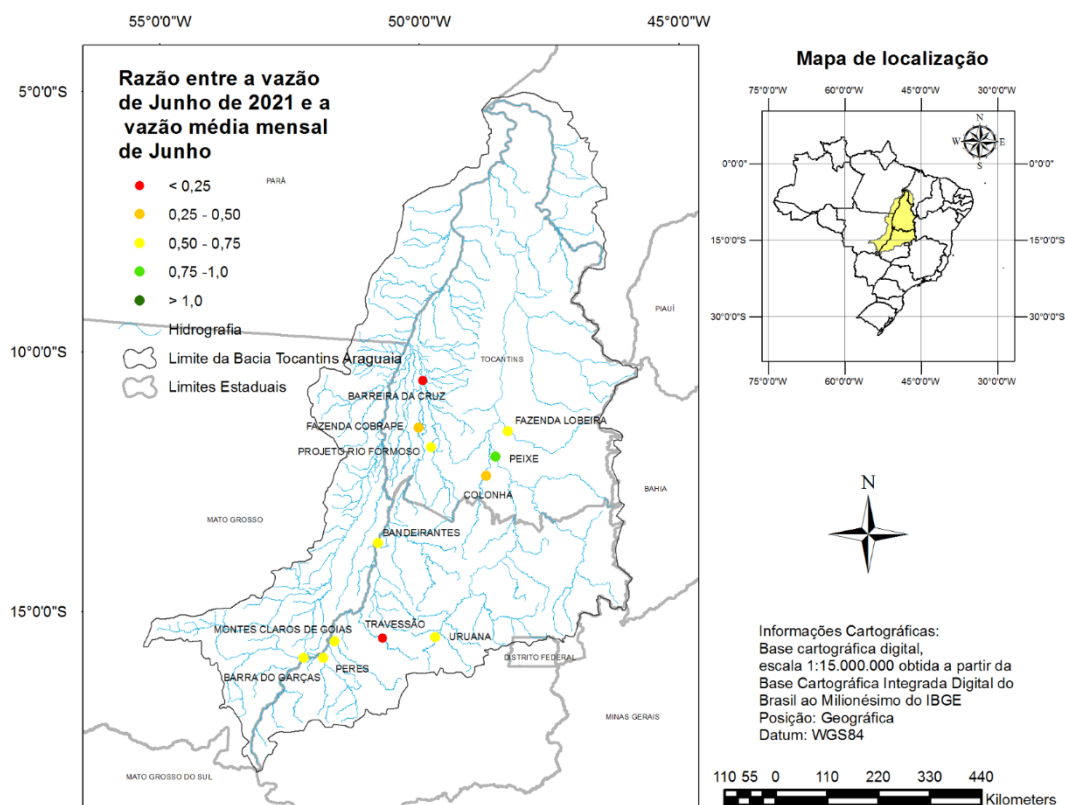


Figura 3 - Razão entre a vazão de junho de 2021 e a vazão média mensal de junho.

A **Figura 4** apresenta a razão entre junho de 2021 e a $Q_{95\%}$ e mostra que as vazões na bacia ainda não estão abaixo dessa vazão de referência. A exceção é Travessão no Rio Vermelho que atingiu valores inferiores a $Q_{95\%}$ e portanto, a atenção se volta para essa estação uma vez que se encontra em situação crítica já no início do período seco.

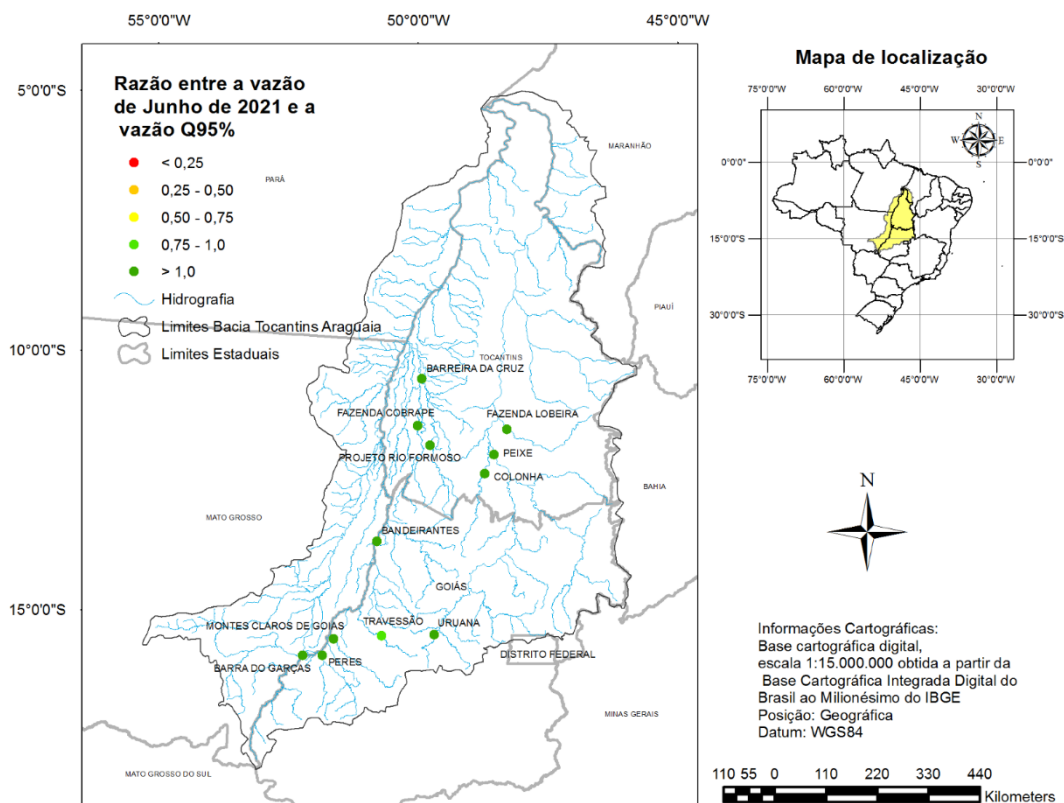


Figura 4 – Razão entre a vazão de junho de 2021 e a $Q_{95\%}$.

A **Figura 5** apresenta a Razão dos valores do mês de junho com a $Q_{90\%}$, e por ser uma condição mais restritiva, a estação Travessão no Rio Vermelho se mostra em pior situação. Apesar da $Q_{90\%}$ não ser adotada pelo estado de Goiás como vazão de referência, o resultado é válido para o acompanhamento hidrológico.

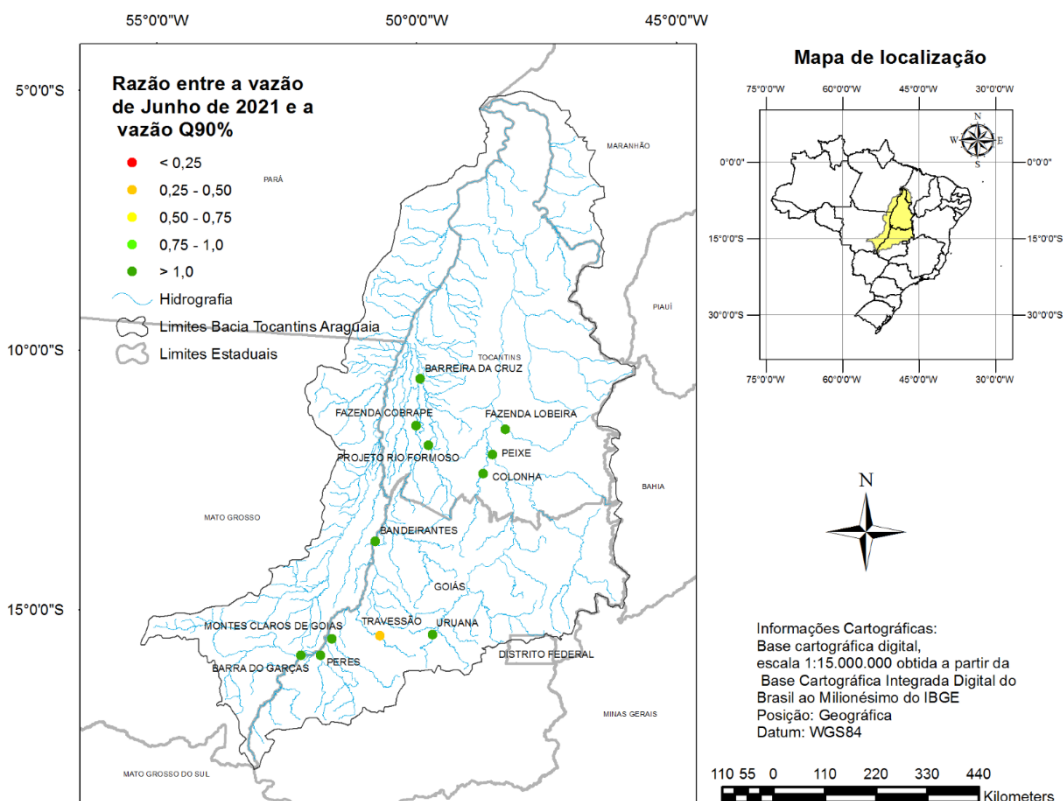


Figura 5 – Razão entre a vazão de junho de 2021 e a vazão $Q_{90\%}$.

A **Figura 6** apresenta um gráfico comparando as precipitações observadas sobre as áreas de drenagem e a média dos últimos 20 anos, cujos valores estão na Tabela 2. Observa-se que esses valores em algumas estações ficaram muito a baixo da média, em especial a sub bacia 26 (Araguaia, Trecho Ilha do Bananal). Todavia ressalva-se que as precipitações médias no mês de junho são baixas, inferiores a 15mm.

A **Figura 7** por sua vez, apresenta o volume de precipitação acumulada no ano hidrológico até o mês de junho e sua comparação com a média histórica de dados. Por esse gráfico observa-se que nenhuma estação alcançou o volume da média mensal para o período, mostrando ser o ano hidrológico 2020/2021 um ano de chuvas abaixo da média para a bacia. As menores alturas de chuva foram observadas nas áreas de drenagem das estações de Fazenda Lobeira, código 22250000, no Rio Manuel Alves, Barra do Garças, código 24700000, no Rio Araguaia e Peres, código 24800000, no Rio Caiapó.

As **Figuras 8 e 9** apresentam as precipitações estimadas para o período de outubro a junho nas estações indicadoras da bacia.

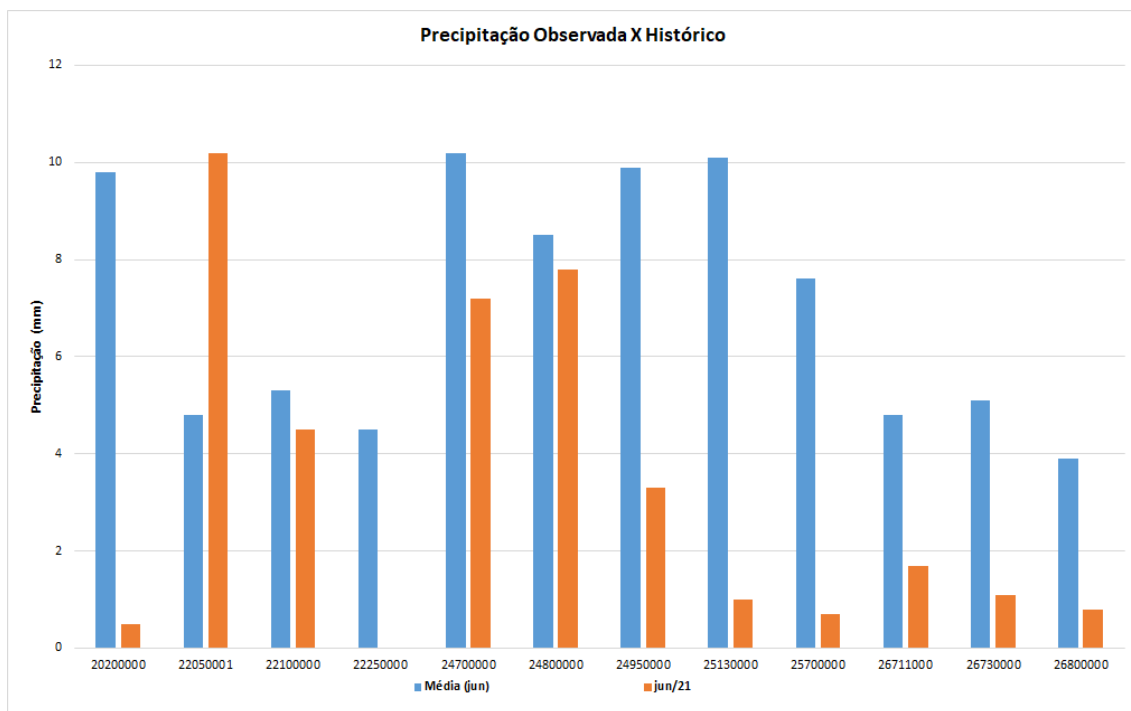


Figura 6- Comparação entre a precipitação média e a precipitação observada para o mês de junho.

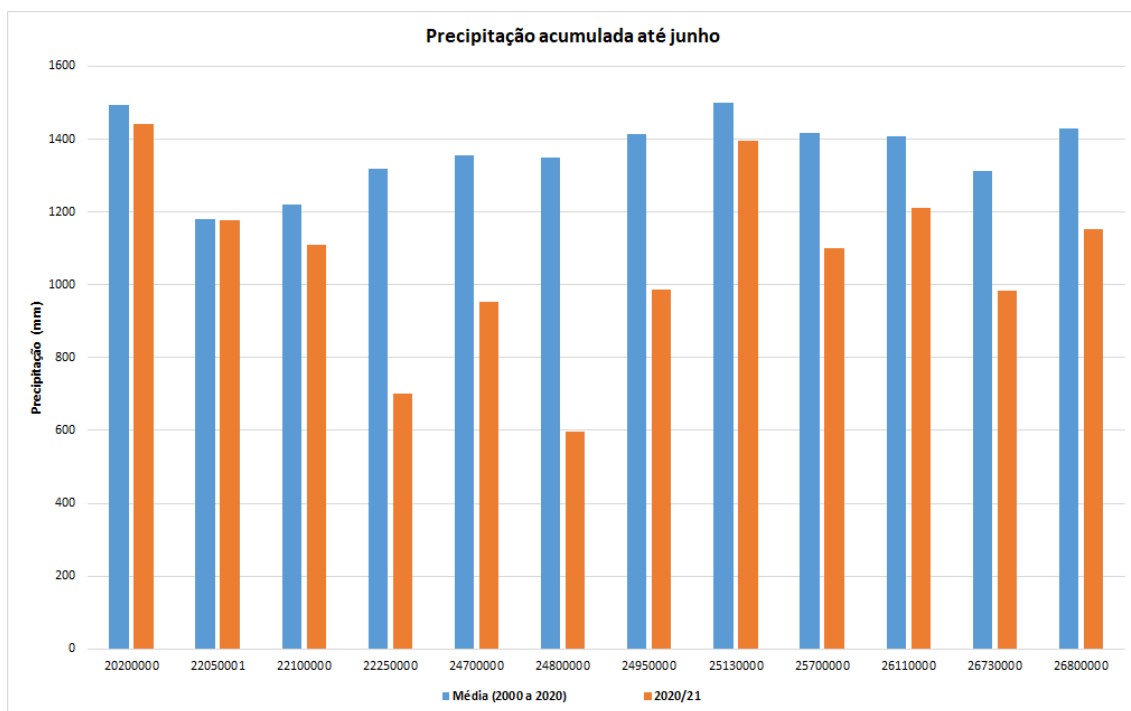


Figura 7 - Comparação entre a precipitação acumulada desde o início do ano hidrológico até o mês de junho.

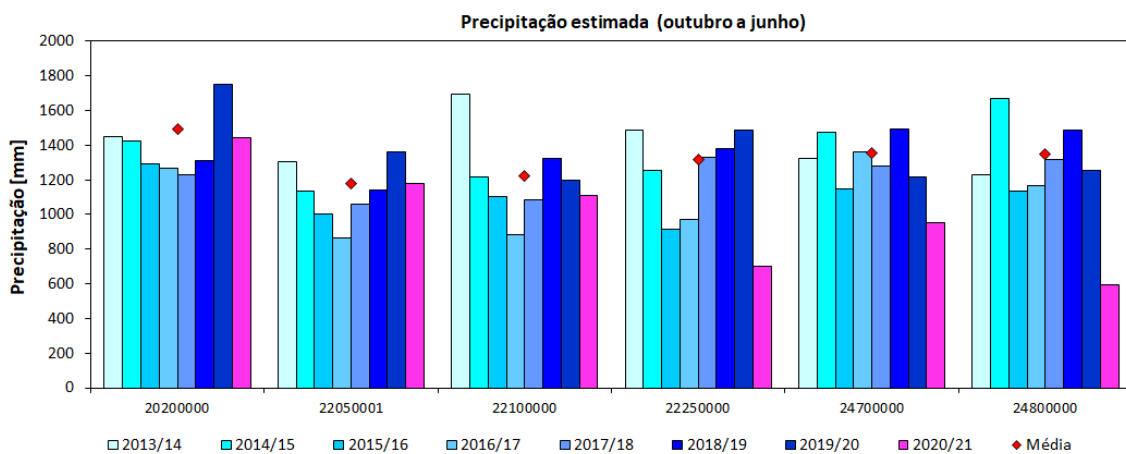


Figura 8 - Precipitação estimada para o período de outubro a junho (parte 1).

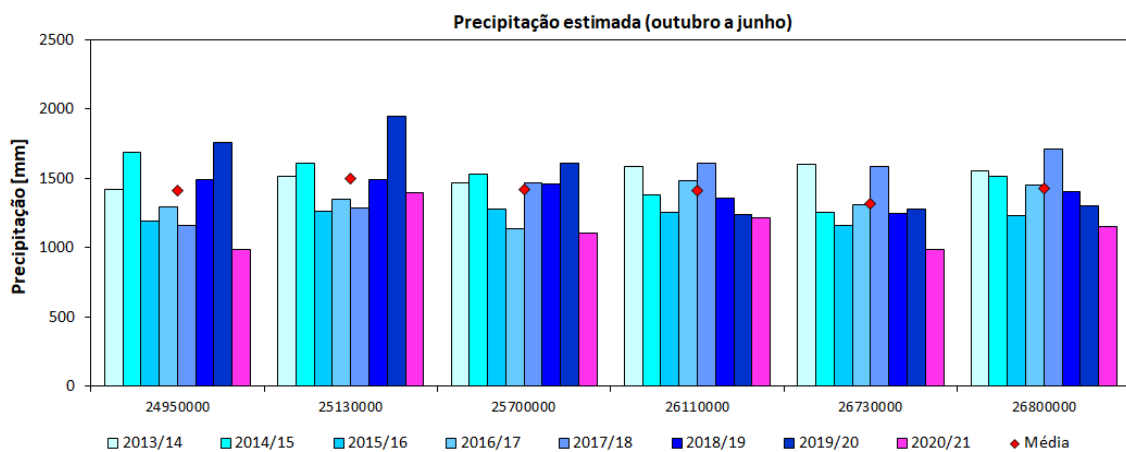


Figura 9- Precipitação estimada para o período de outubro a junho (parte 2)

3.1.1 Resultados do Modelo “autoregressivo”

O prognóstico de vazões baseado nas vazões de junho e utilizando o modelo “autoregressivo” foi feito para as estações indicadoras. No Apêndice II encontram-se os gráficos com os resultados deste modelo de previsão para as estações indicadoras.

Ressalva-se que o Rio Formoso possui barramentos com descargas regularizadas para permitir a o uso em projetos de irrigação. A estação Projeto Rio Formoso está localizada na área destinada ao projeto de mesmo nome, e assim como acontece na estação Fazenda Cobrape, as vazões são afetadas em função da demanda de irrigação.

A estação de monitoramento Fazenda Cobrape foi instalada em 2014, por isso a série histórica ainda é muito curta. Essa série de dados apresenta um grande período sem informação compreendido entre 2020 e 2021, dentre eles o mês de maio de 2021. Essas falhas no período de dados não impossibilitaram o prognóstico, mas os resultados requerem mais atenção.

O Rio Vermelho em Travessão já está em situação crítica e deve continuar pelos próximos meses. Para o mês de julho, o Rio Javaés em Barreira da Cruz deve atingir vazões inferiores a de referência, $Q_{95\%}$, e no mês de agosto diversas outras estações também estarão com vazões críticas como apresentado no Apêndice II.

As Figuras 10 e 11 apresentam, respectivamente, os mapas indicando os riscos, estimados a partir dos prognósticos apresentados no Apêndice II, das vazões serem iguais ou inferiores as vazões de referência $Q_{90\%}$ e a $Q_{95\%}$ em setembro/2021.

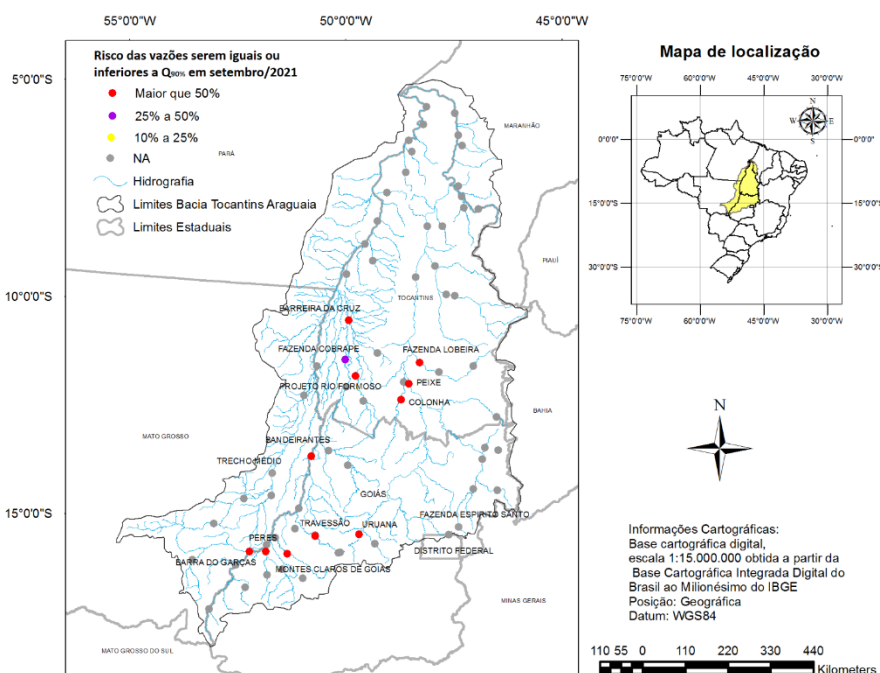


Figura 10 - Risco de as vazões serem iguais ou inferiores a $Q_{90\%}$ em setembro/2021

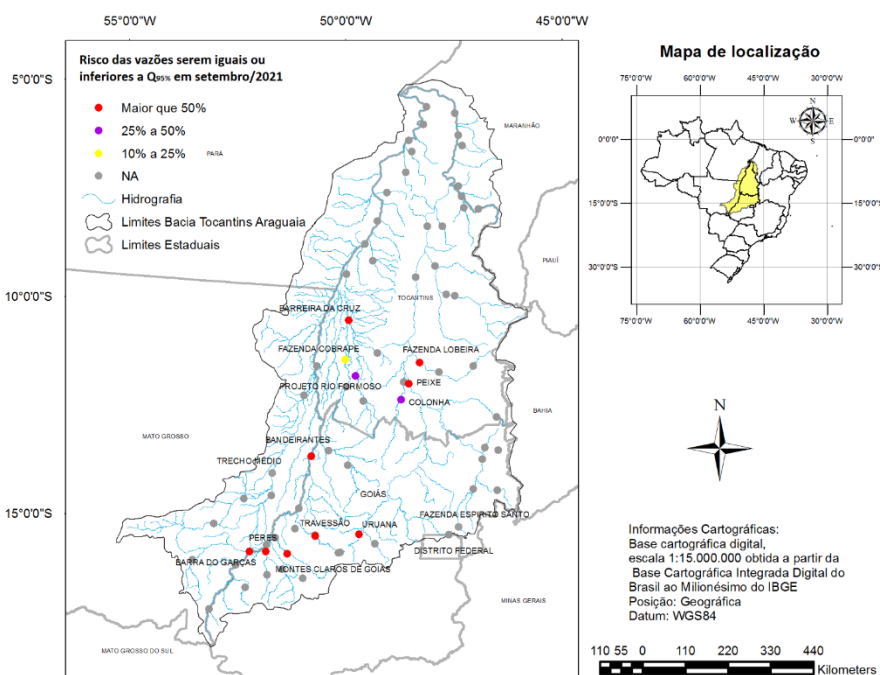


Figura 11 - Risco de as vazões serem iguais ou inferiores a $Q_{95\%}$ em setembro/2021

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Os resultados de precipitação para o mês de junho de 2021 mostram que as chuvas do mês ficaram abaixo da média dos últimos vinte anos de dados para as áreas de drenagem a montante das estações indicadoras. Apenas a área de drenagem da estação Peixe no Rio Tocantins não seguiu esse padrão. Na área de drenagem de 5 estações (Fazenda Lobeira, Barra do Garças, Peres, Montes Claros de Goiás e Bandeirantes), a precipitação acumulada de todo o ano hidrológico não só ficou abaixo da média de vinte anos para toda a bacia, mas é a mais baixa de toda a série.

As vazões do mês de junho de 2021 estão abaixo da média histórica registrada. As estações mais críticas são Travessão, no Rio Vermelho, e Barreira da Cruz, no Rio Javaés, cujas razões de vazão do mês em relação a média histórica estão abaixo de 0,25. Em seguida estão as estações Fazenda Cobrape, no Rio Javaés, e Colonha, no Rio Santa Teresa, com razões na faixa entre 0,25 e 0,50. As demais estações estão no intervalo de razão acima de 0,50 e apenas a estação Peixe acima dos 0,75 em relação a média dos registros.

As vazões no Rio Vermelho na estação Travessão atingiram níveis inferiores a vazão de referência adotada para a concessão de outorgas, situação preocupante uma vez que estamos apenas no início do período seco. A razão da vazão mensal em relação a $Q_{95\%}$ ficou em 0,82.

Os rios Javaés e Formoso no estado do Tocantins são usados para irrigação em projetos de lavoura irrigada. As estações Fazenda Cobrape e Projeto Rio Formoso estão localizadas em dois desses projetos que demandam grande volume de água para irrigação e as vazões desses pontos de monitoramento são influenciadas pela demanda de irrigação.

No estado do Tocantins a vazão de referência para outorga em rios de domínio estadual é a $Q_{90\%}$ e ainda que as vazões estejam abaixo da média histórica registrada, não atingiram no mês de junho os valores de vazão de referência.

O Prognóstico para as vazões nas estações indicadoras estima que Barreira da Cruz localizada no Rio Javaés a jusante de Fazenda Cobrape deve atingir a $Q_{95\%}$ no mês de julho. No mês de agosto diversas outras estações indicadoras também atingirão as respectivas vazões de referência. Travessão que já está com vazão abaixo da $Q_{95\%}$ deve continuar e piorar pelos próximos meses.

A SUREG-GO também opera estações fluviométricas na bacia do Alto Paraguai, que também vive uma estiagem severa. Os resultados do acompanhamento da estiagem e os prognósticos elaborados para a bacia do Alto Paraguai podem ser acessados no seguinte endereço na Internet: <https://www.cprm.gov.br/sace/paraguai>

Os dados de cota e vazão das estações indicadoras estão sendo atualizados com periodicidade semanal no Sistema de Alerta de Eventos Críticos (SACE), no seguinte link <http://sace-estiagem.cprm.gov.br/sace-estiagem/>. Ressalta-se que eventuais falhas na atualização dessas estações são esperadas, visto que a divulgação é dependente da chegada desses dados ao escritório.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Portal HidroWeb**. Brasília: ANA, [2005]. Disponível em <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 10 jun. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Portal Hidrotelemetria**. Disponível em <http://www.snirh.gov.br/hidrotelemetria/Mapa.aspx>. Acesso em: 10 jun. 2021.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM. **Sistema de alerta de eventos críticos - SACE**. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/sace/index_secas_estiagens.php. Acesso em: 10 jun. 2021.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Resolução nº 1.938, de 30 de outubro de 2017**. Dispõe sobre procedimentos para solicitações e critérios de avaliação das outorgas preventivas e direito de uso de recursos hídricos. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19396220/do1-2017-11-06-resolucao-n-1-938-de-30-de-outubro-de-2017-19396098. Acesso em: 05 jul. 2021.

BRASÍLIA (Distrito Federal). **Decreto nº 22.359, de 31 de agosto de 2001**. Dispõe sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos no território do Distrito Federal e dá outras providências. Disponível em: <http://www.sema.df.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/Decreto-Distrital-n%C2%BA-22.359-de-2001.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2021.

GOIÁS (Estado). Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Manual Técnico de Outorga**. Goiás: Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, 2012. v. 1. Disponível em: http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2015-07/manual_tecnico_de_outorga_versao_01.pdf. Acesso em: 16 jul. 2021.

GOIÁS (estado). **Resolução nº 09, de 04 de maio de 2005**. Estabelece o Regulamento do Sistema de outorga das águas de domínio do Estado de Goiás e dá outras providências. Goiás: Conselho Estadual de Recursos Hídricos, 2005. Disponível em: http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2015-10/resolucao-ndeg09_04-de-maio-de-2005.pdf. Acesso em: 16 jul. 2021.

MARANHÃO (estado). Resolução CONERH nº 57/2019. Estabelece os critérios gerais para a Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Maranhão**, São Luís, ano 113, n. 96, p. 26-32, 23 mai. 2019. Disponível em: <https://www.diariooficial.ma.gov.br/public/index.xhtml>. Acesso em: 16 jul. 2021.

MATO GROSSO (estado). Resolução nº 27, de 09 de julho de 2009. **Diário Oficial do Estado do Mato Grosso**, Cuiabá, ano 119, n. 25141, p. 25-26, 18 ago. 2009. Disponível em: <https://www.iomat.mt.gov.br/portal/visualizacoes/jornal/2375/#/e:2375?find=RESOLU%C3%87%C3%83O%20N%C2%BA.%2027>. Acesso em: 16 jul. 2021.

PARÁ (estado). Resolução nº 10 – CERH. Dispõe sobre os critérios para análise de outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Pará**, Belém, ano 119, n. 31770, p. 6-9, 11 out. 2010. Disponível em: <http://www.ioepa.com.br/pages/2010/2010.10.11.DOE.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2021.

PARÁ (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Manual para Usuários: Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos**. Pará: Secretaria de Estado de Meio Ambiente, 2014. Disponível em: https://www.semas.pa.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/Manual_para_Outorga_de_Direito_de_Uso_de_RH_FINAL_MENOR_06082014.pdf. Acesso em: 16 jul. 2021.

PINTO, E. J. de A.; AZAMBUJA, A. M. S. de; FARIAS, J. A. M.; SALGUEIRO, J. P. de B.; PICKBRENNER, K. (coords.). **Atlas pluviométrico do Brasil: isoietas mensais, isoietas trimestrais, isoietas anuais, meses mais secos, meses mais chuvosos, trimestres mais secos, trimestres mais chuvosos**. Brasília: CPRM, 2011. 1 DVD. Escala 1.5:000.000. Programa Geologia do Brasil; Levantamento da Geodiversidade. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/Isoietas_Totais_Anuais_1977_2006.pdf. Acesso em: 9 set. 2014.

TOCANTINS (estado). Decreto nº 2.432, de 6 de junho de 2005. Regulamenta a outorga do direito de uso de recursos hídricos de que dispõe os artigos 8º, 9º e 10 da Lei 1.307, de 22 de março de 2002. **Diário Oficial do Estado do Tocantins**, Palmas, ano 17, n. 1935, p. 1-4, 7 jun. 2005. Disponível em: <https://diariooficial.to.gov.br/busca?por=texto&texto=&data-inicial=2005-06-07&data-final=2005-06-07>. Acesso em: 16 jul. 2021.

TOCANTINS (estado). Portaria Naturatins nº 904, de 06 de agosto de 2008. Estabelece os procedimentos técnicos e administrativos para emissão da declaração de reserva de disponibilidade hídrica e de outorga para uso de potencial de energia hidráulica para aproveitamentos hidrelétricos em rios de domínio do estado do Tocantins e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Tocantins**, Palmas, ano 20, n. 2707, p. 41-43, 7 ago. 2008. Disponível em: <https://diariooficial.to.gov.br/busca?por=texto&texto=&data-inicial=2008-08-07&data-final=2008-08-07>. Acesso em: 16 jul. 2021.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Sistema de alerta de eventos críticos - SACE. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/sace/index_secas_estiagens.php. Acesso em: 10 jun. 2017.

APÊNDICE I – Vazões Médias Mensais

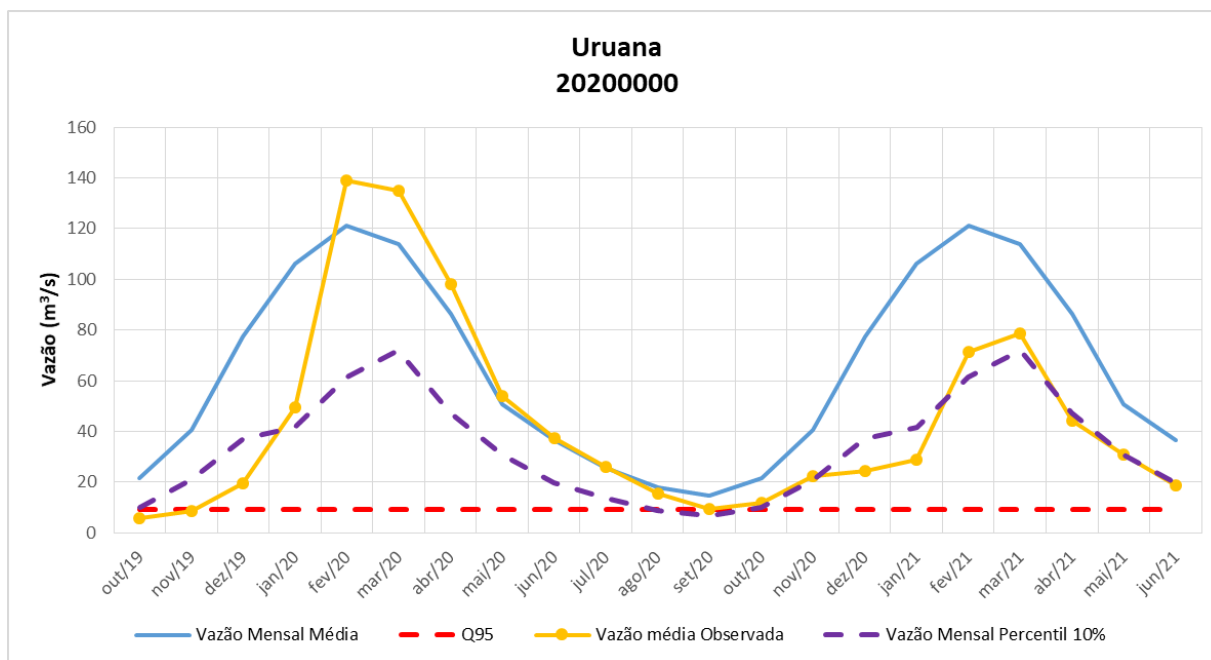


Figura 12 – Vazões médias mensais do Rio Uru na estação Uruana.

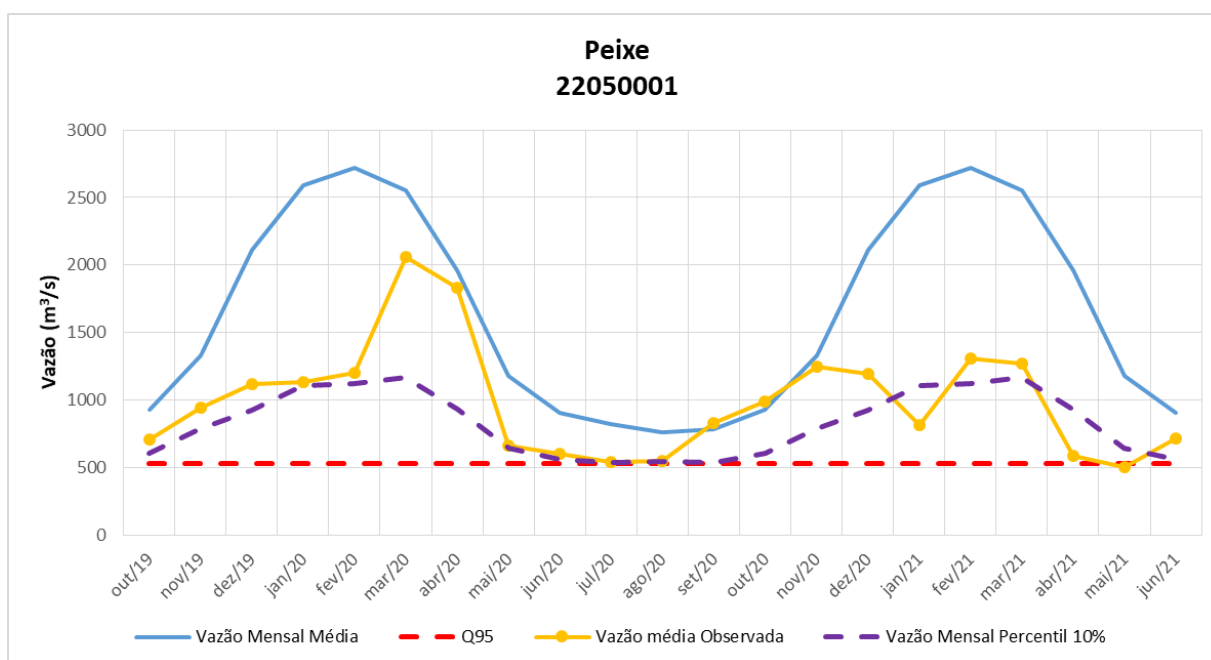


Figura 13 – Vazões médias mensais do Rio Tocantins na estação Peixe.

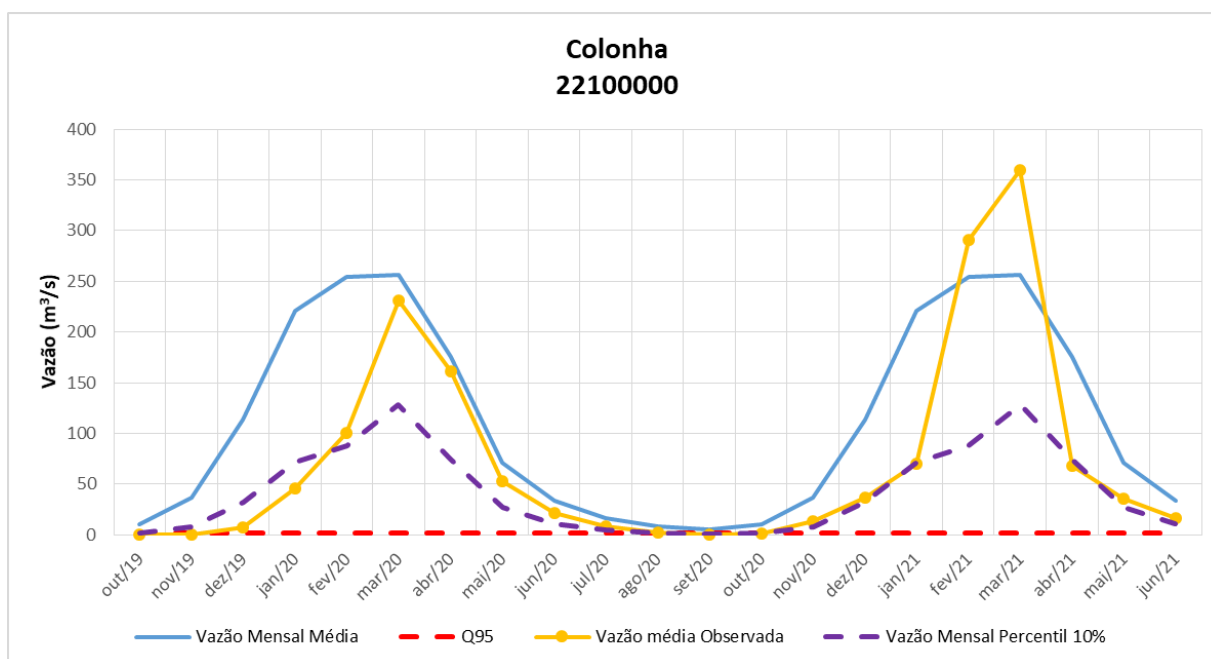


Figura 14 - Vazões médias mensais do Rio Santa Tereza na estação Colonha.

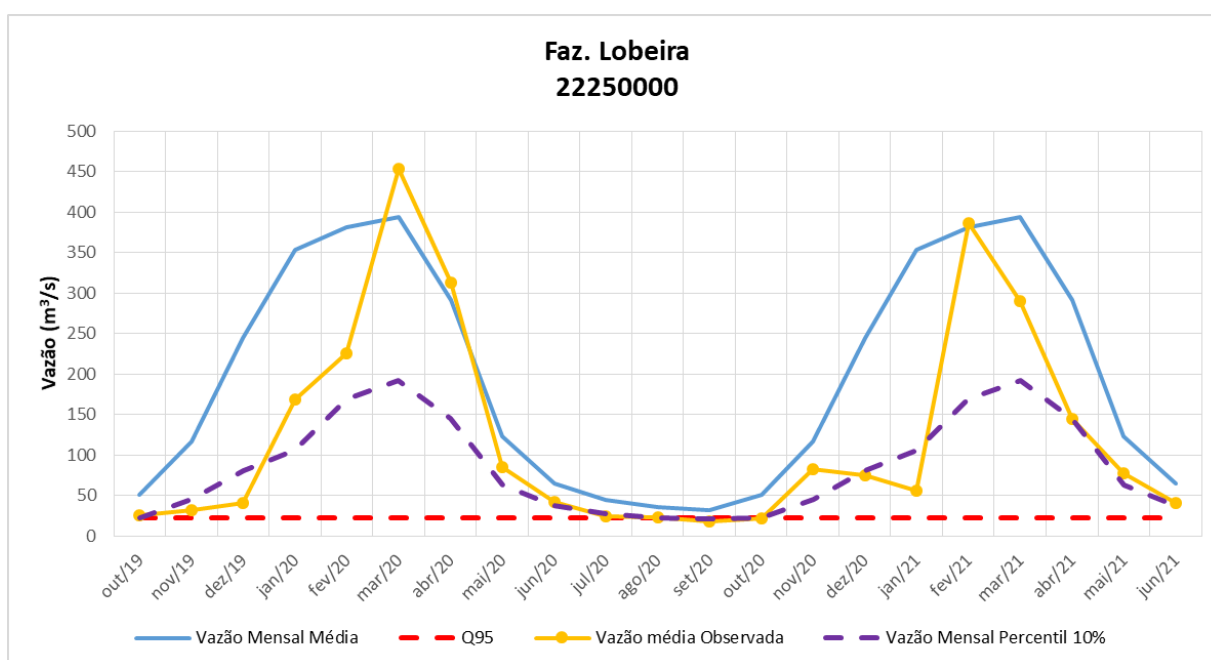


Figura 15 - Vazões médias mensais do Rio Manoel Alves na estação Fazenda Lobeira.

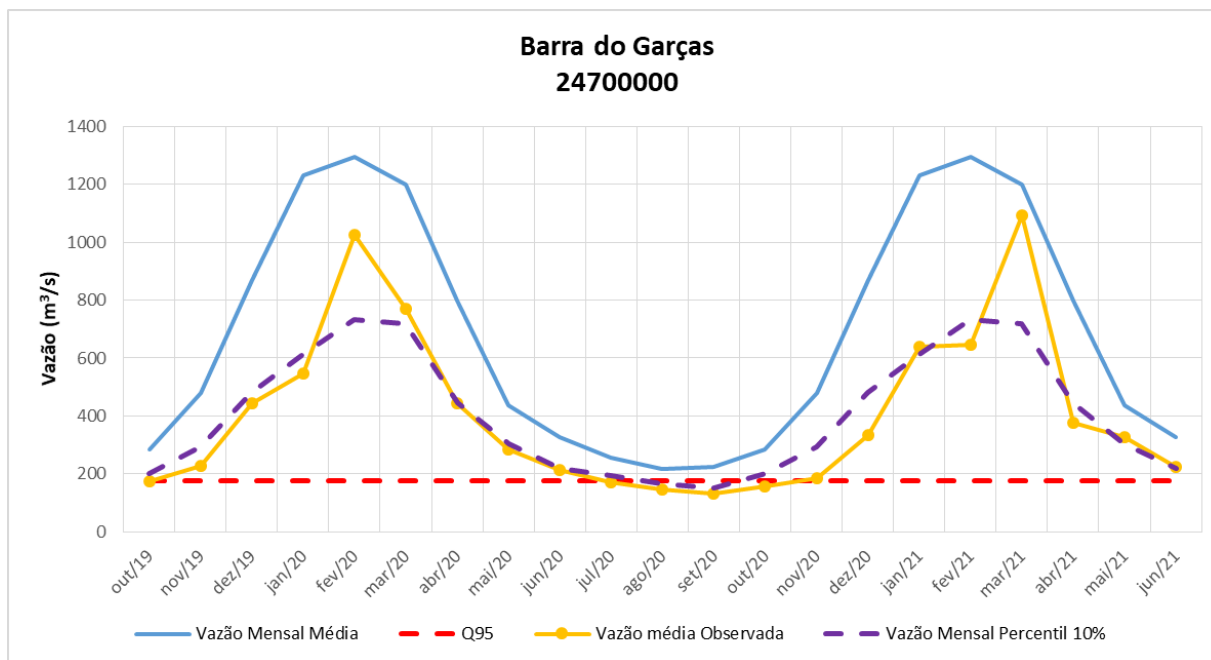


Figura 16 - Vazões médias mensais do Rio Araguaia na estação Barra do Garças.

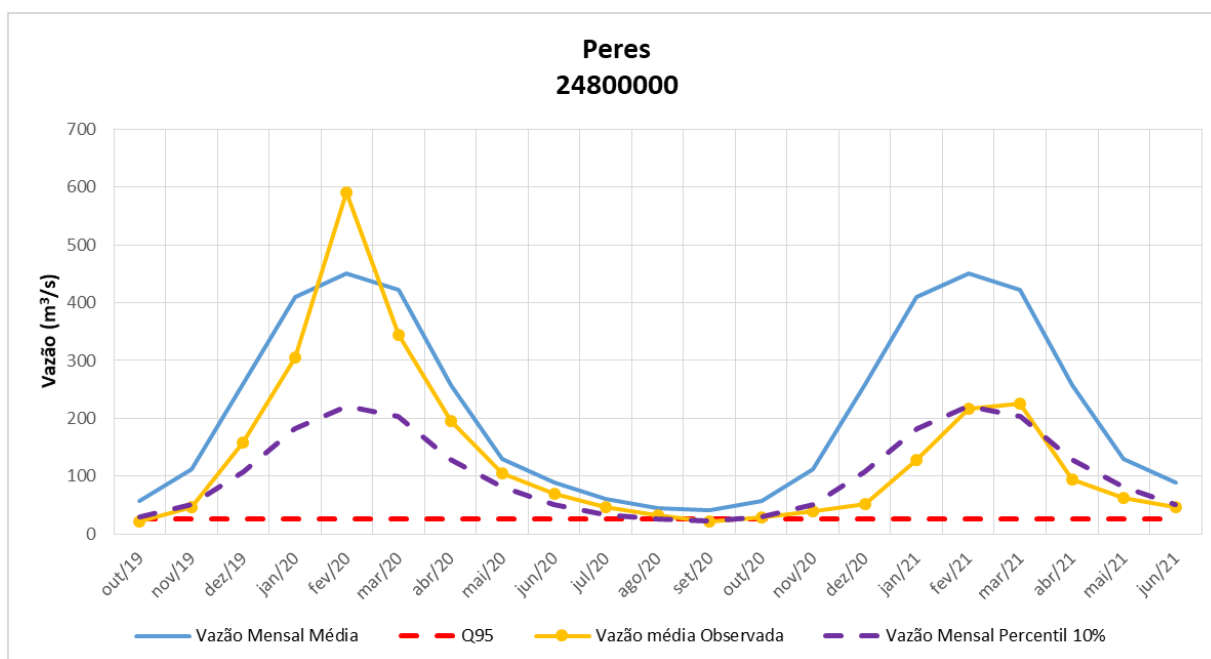


Figura 17 - Vazões médias mensais do Rio Caiapó na estação Peres.

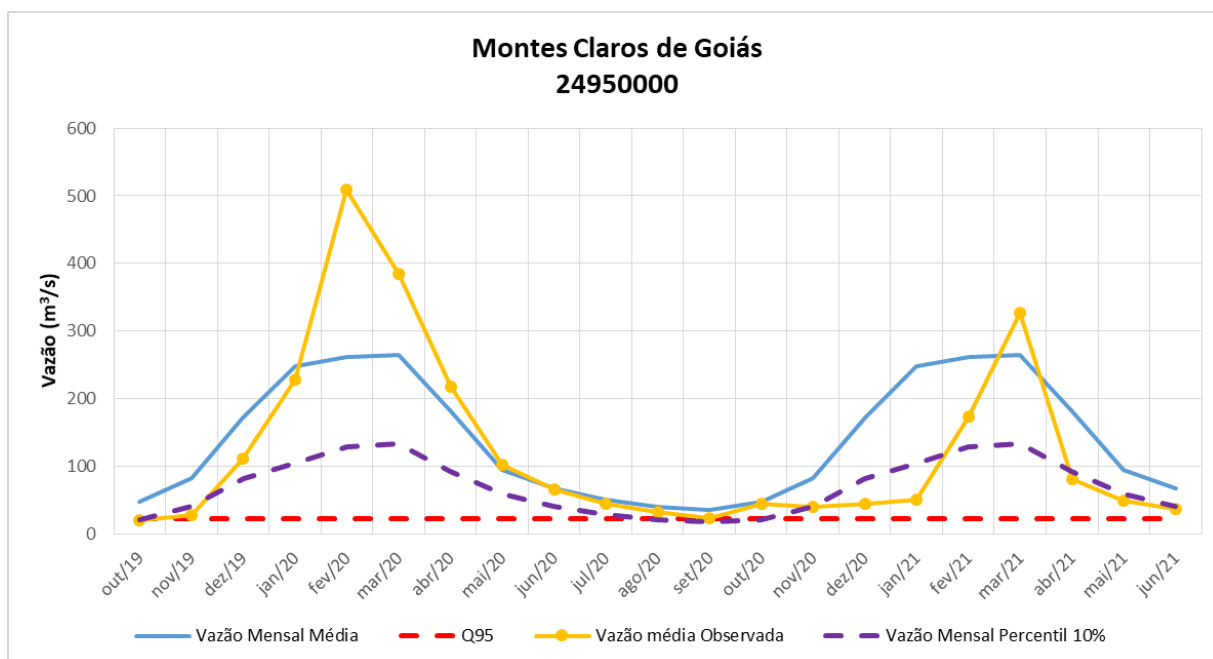


Figura 18 - Vazões médias mensais do Rio Claro na estação Montes Claros de Goiás.

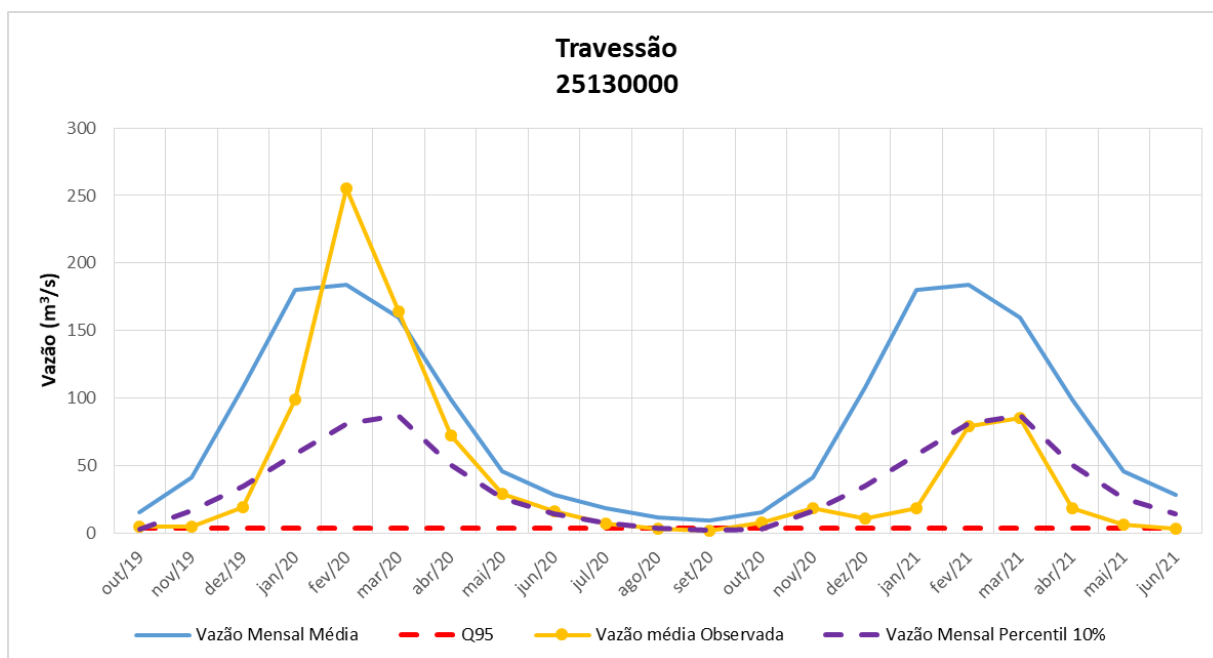


Figura 19 - Vazões médias mensais do Rio Vermelho na estação Travessão.

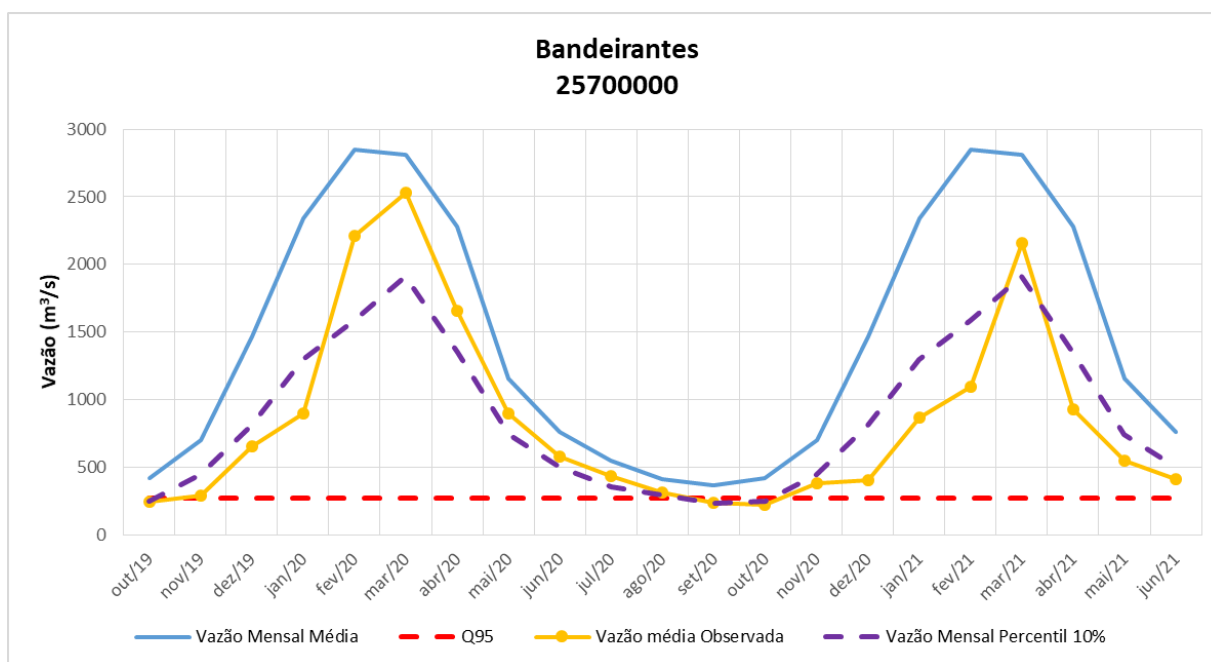


Figura 20 - Vazões médias mensais do Rio Araguaia na estação Bandeirantes.

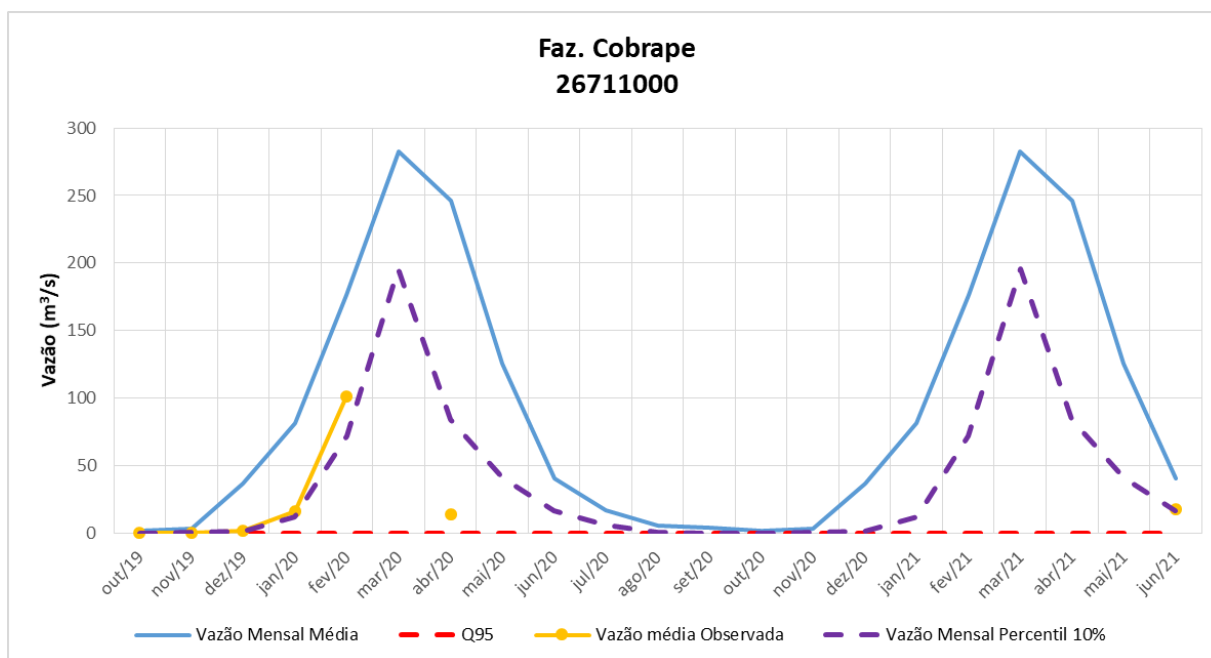


Figura 21 - Vazões médias mensais do Rio Javaés na estação Fazenda Cobrape.

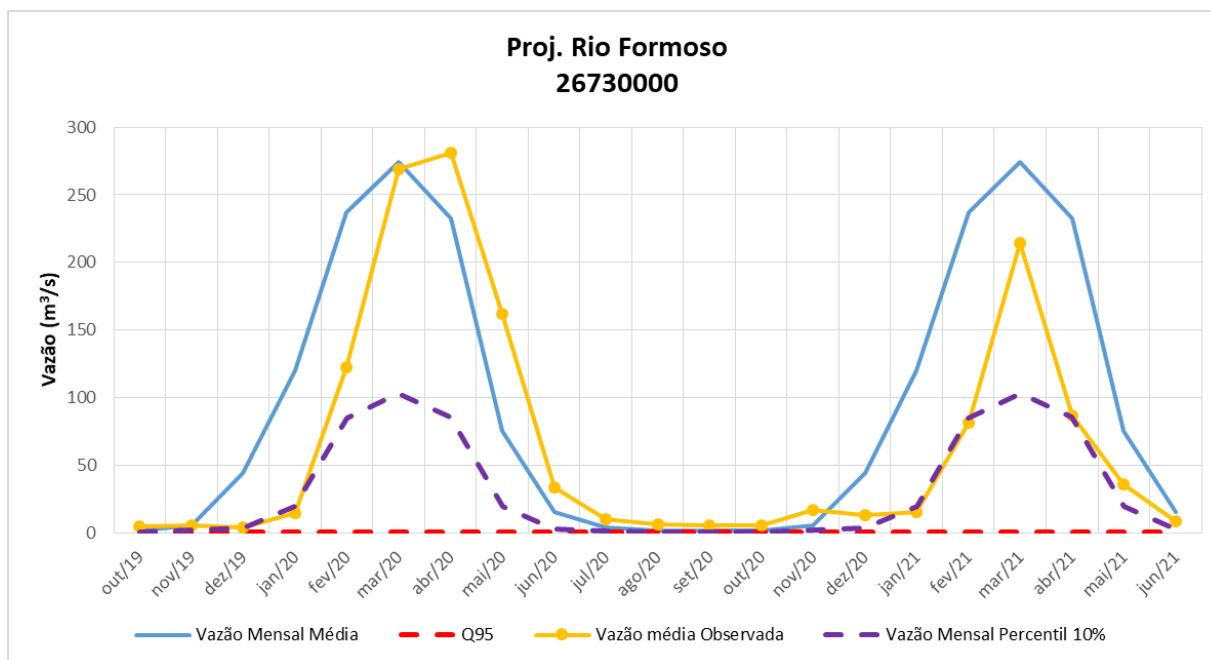


Figura 22 - Vazões médias mensais do Rio Formoso na estação Projeto Rio Formoso.

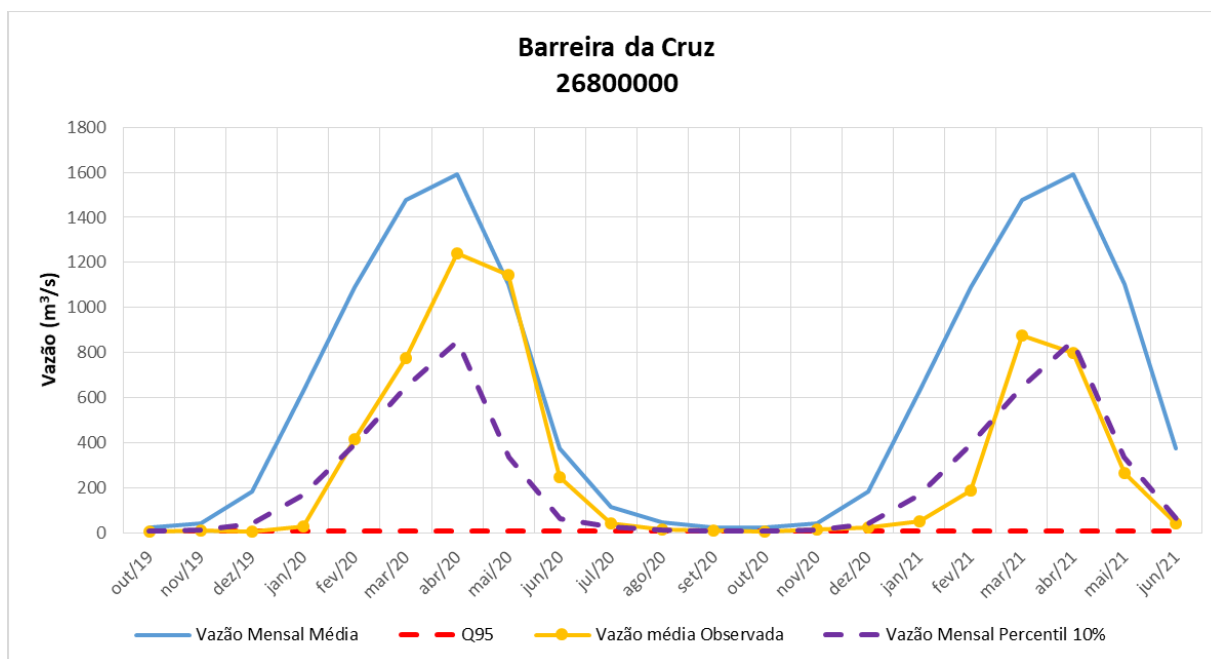


Figura 23 - Vazões médias mensais do Rio Javaés na estação Barreira da Cruz.

APÊNDICE II – Previsão de vazões

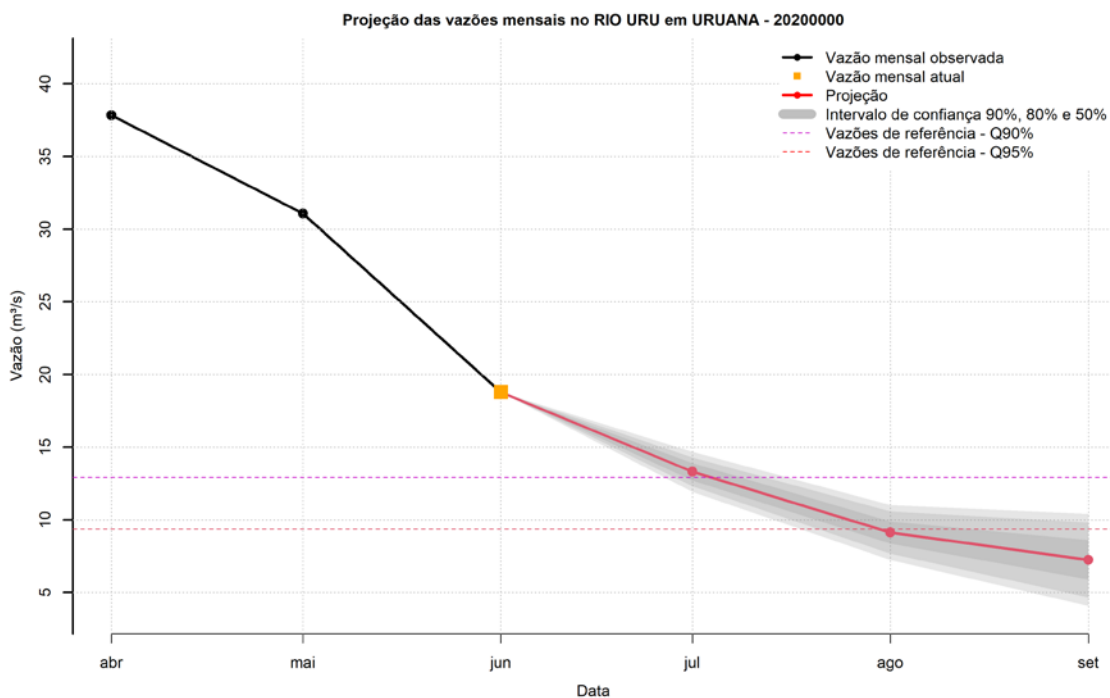


Figura 24 – Previsão de vazões médias do Rio Uru na estação Uruana.

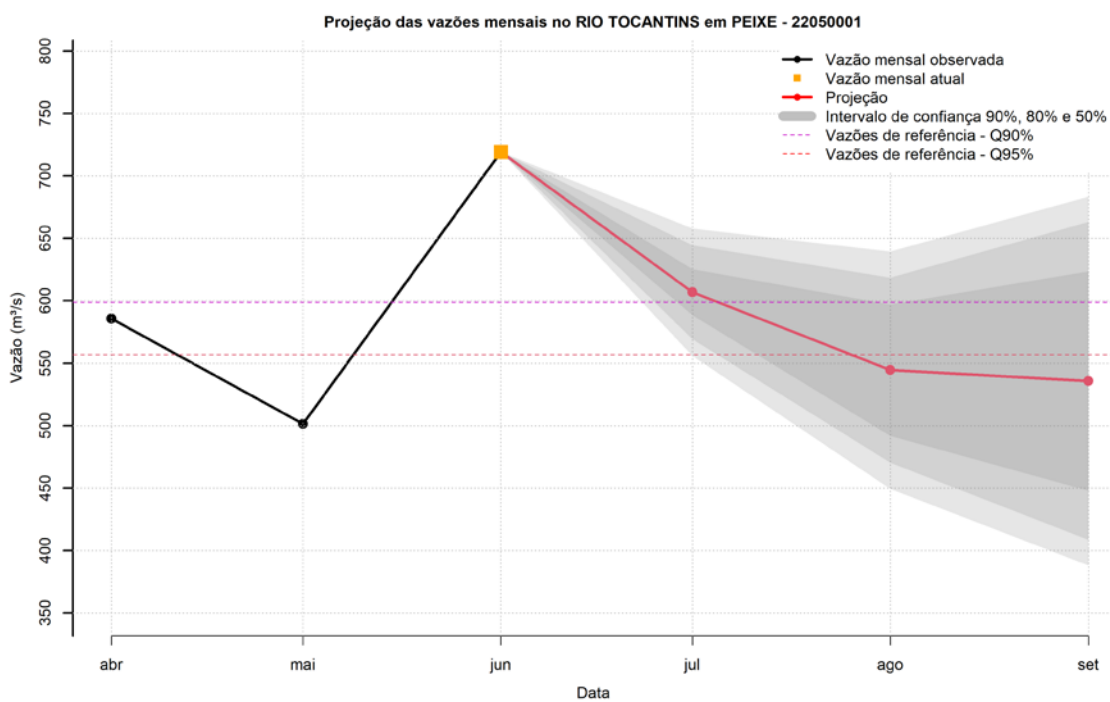


Figura 25– Previsão de vazões médias do Rio Tocantins na estação Peixe.

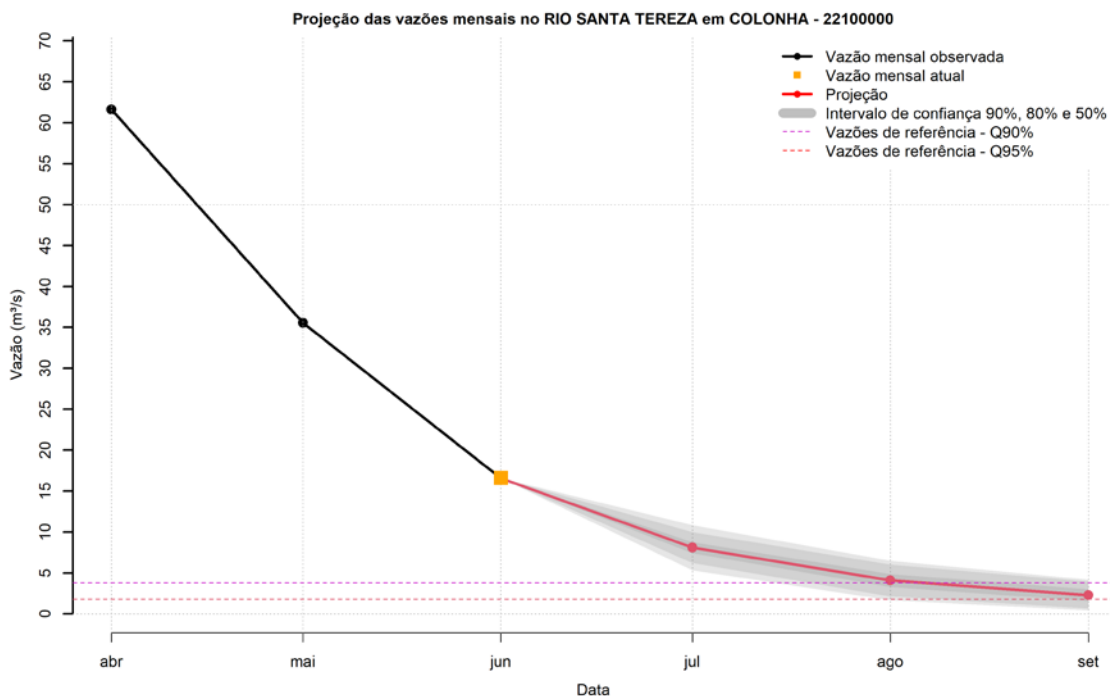


Figura 26 – Previsão de vazões médias do Rio Santa Tereza na estação Colonha.

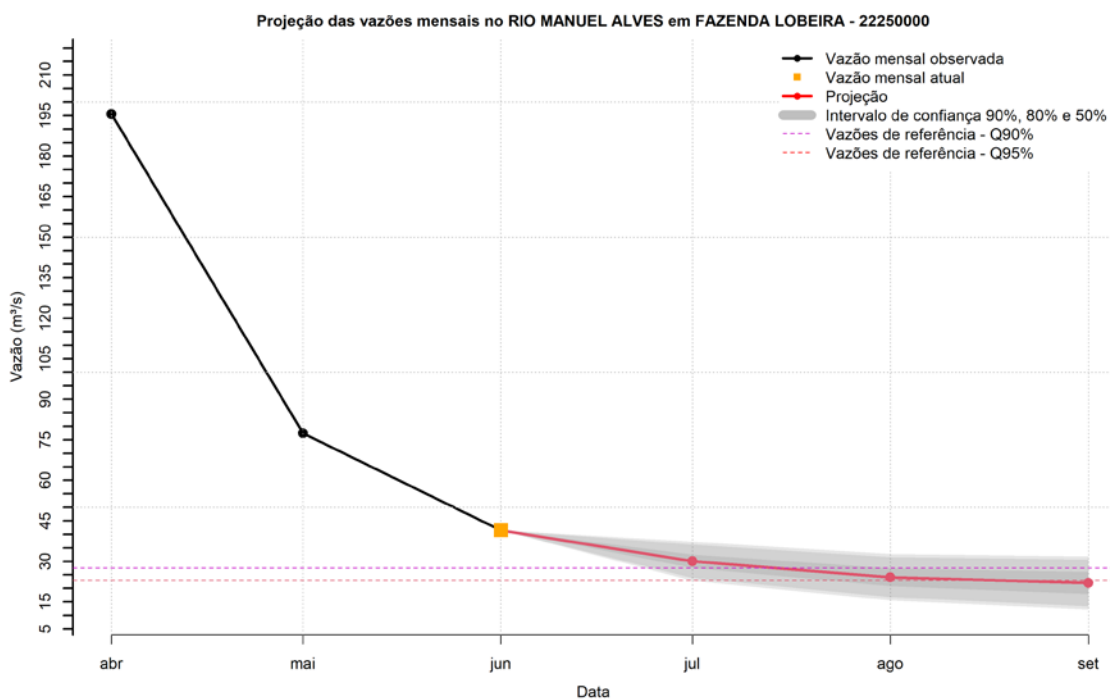


Figura 27 – Previsão de vazões médias do Rio Manuel Alves na estação Fazenda Lobeira.

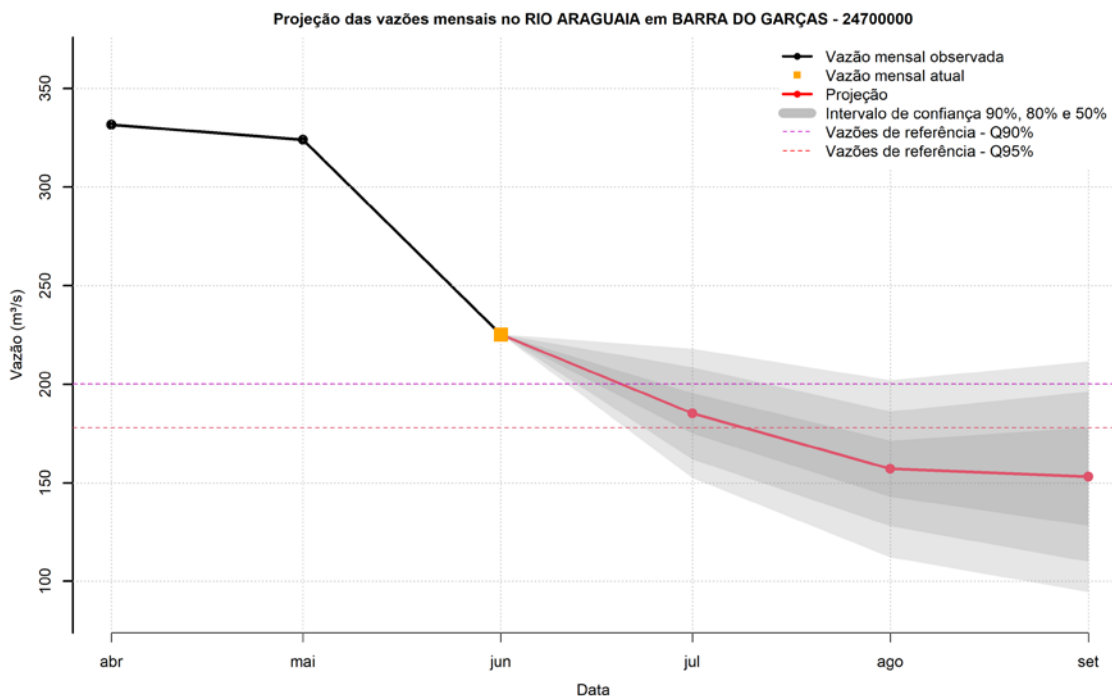


Figura 28 – Previsão de vazões médias do Rio Araguaia na estação Barra do Graças.

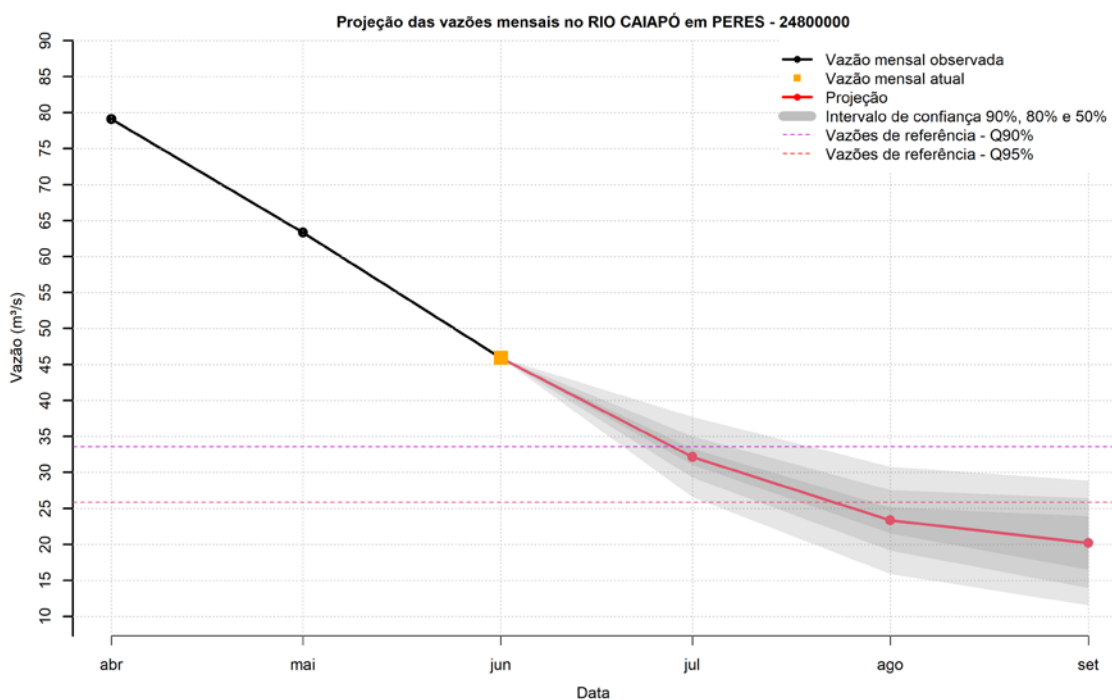


Figura 29 – Previsão de vazões médias do Rio Caiapó na estação Peres.

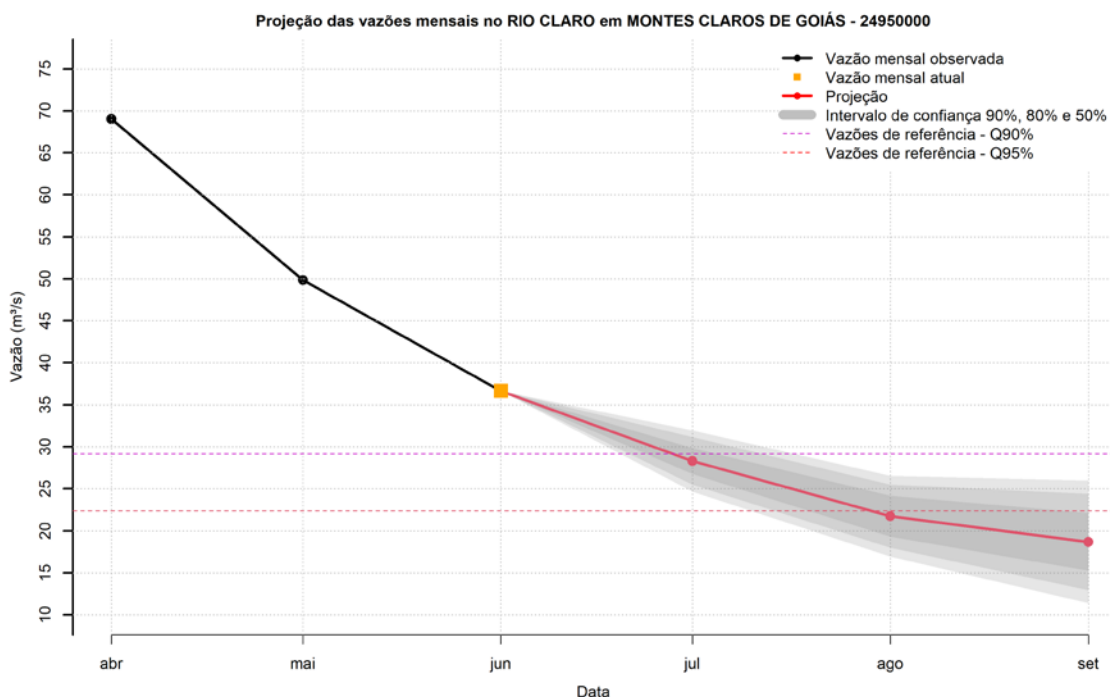


Figura 30 – Previsão de vazões médias do Rio Claro na estação Montes Claros de Goiás.

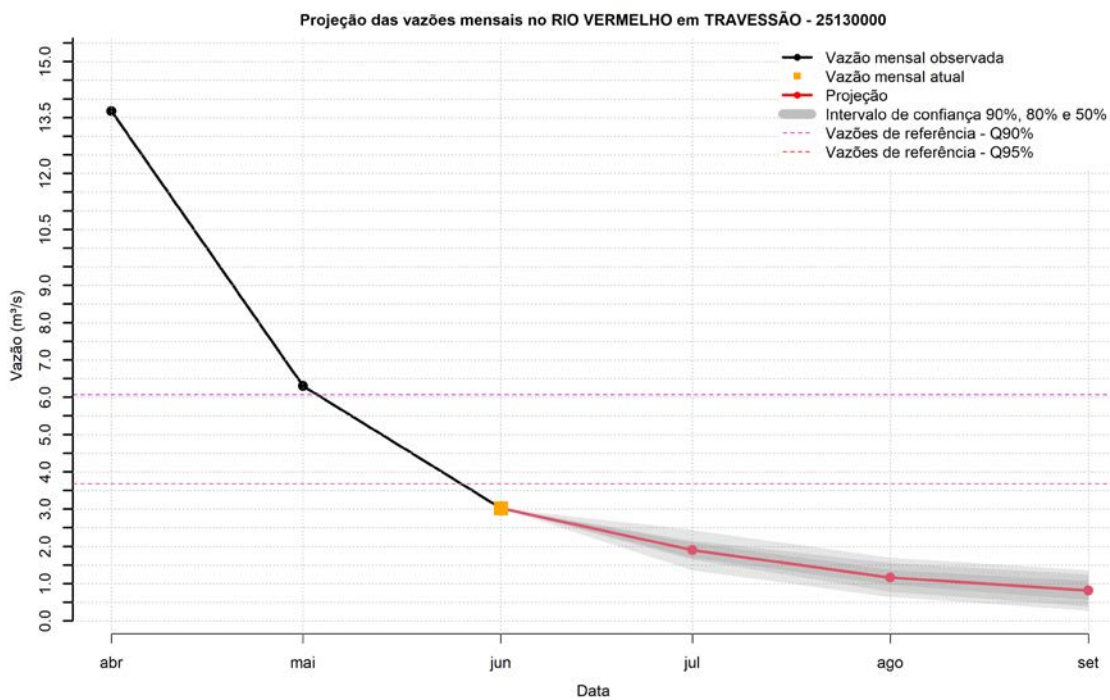


Figura 31 – Previsão de vazões médias do Rio Vermelho na estação Travessão.

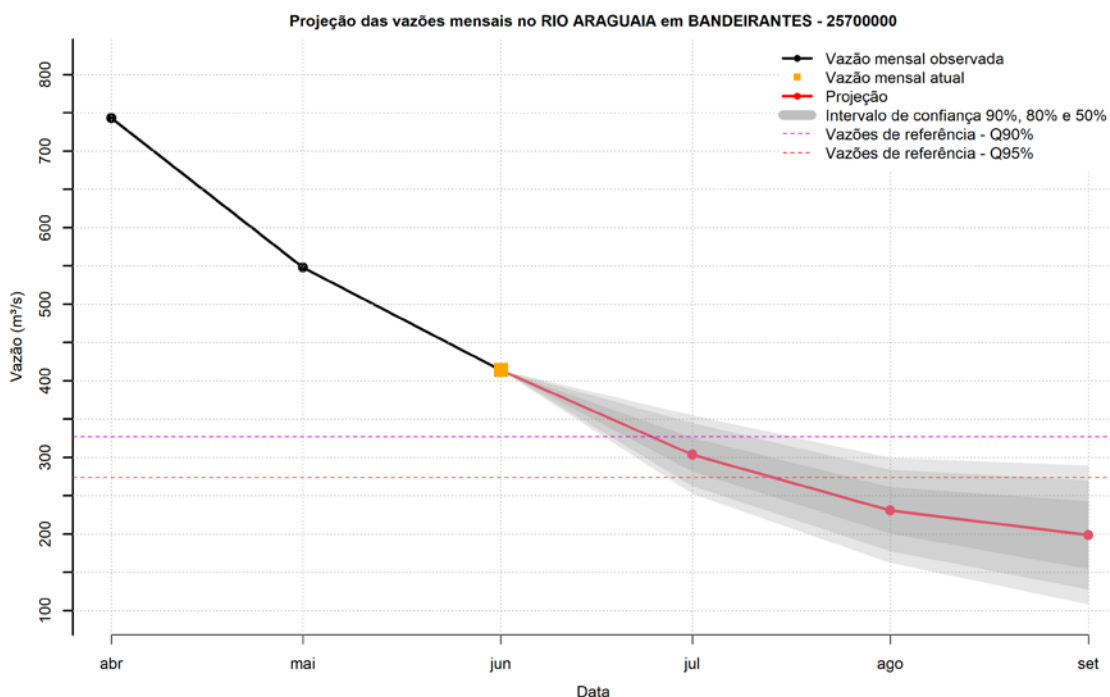


Figura 32 – Previsão de vazões médias do Rio Araguaia na estação Bandeirantes.

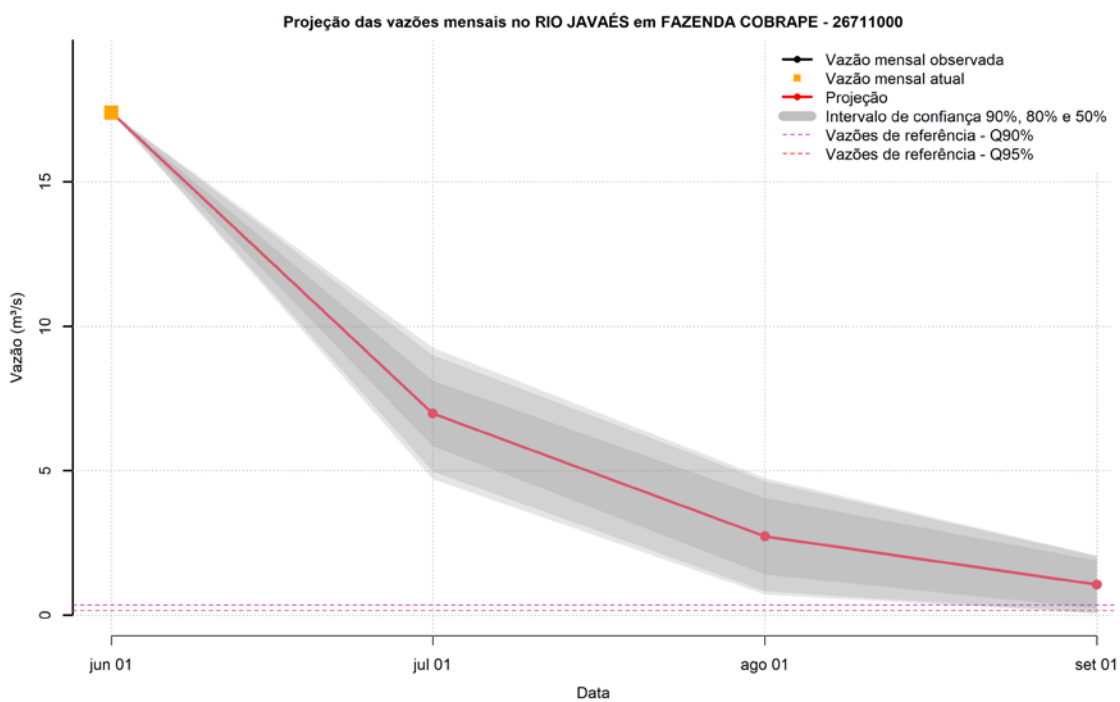


Figura 33 – Previsão de vazões médias do Rio Javaés na estação Fazenda Cobrape.

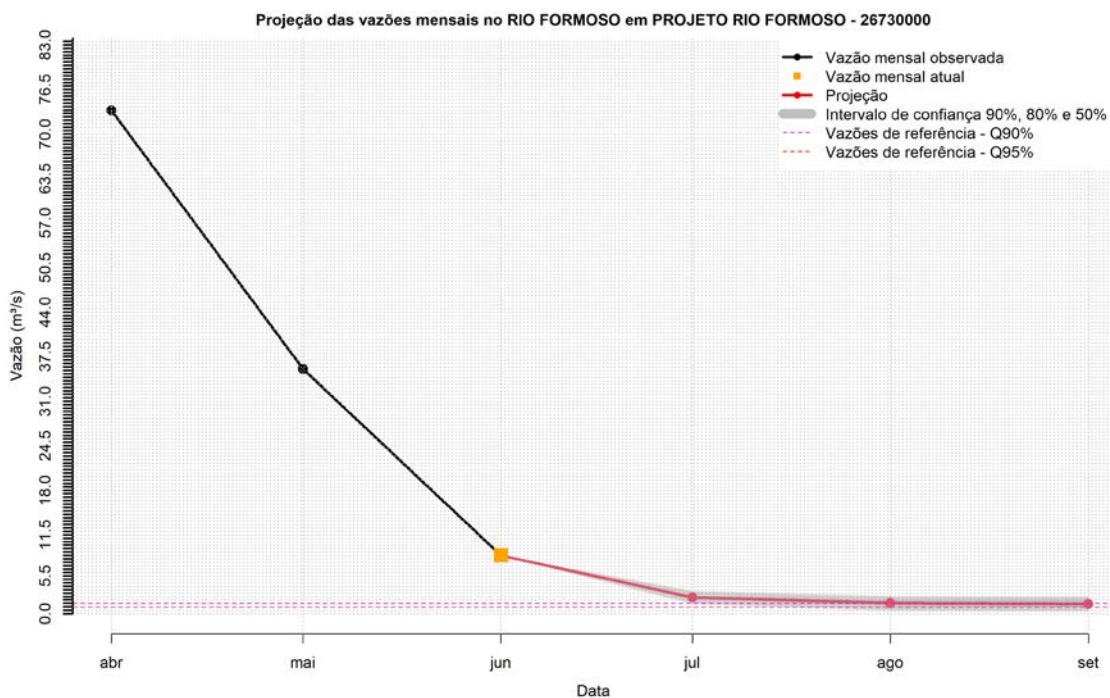


Figura 34 – Previsão de vazões médias do Rio Formoso na estação Projeto Rio Formoso.

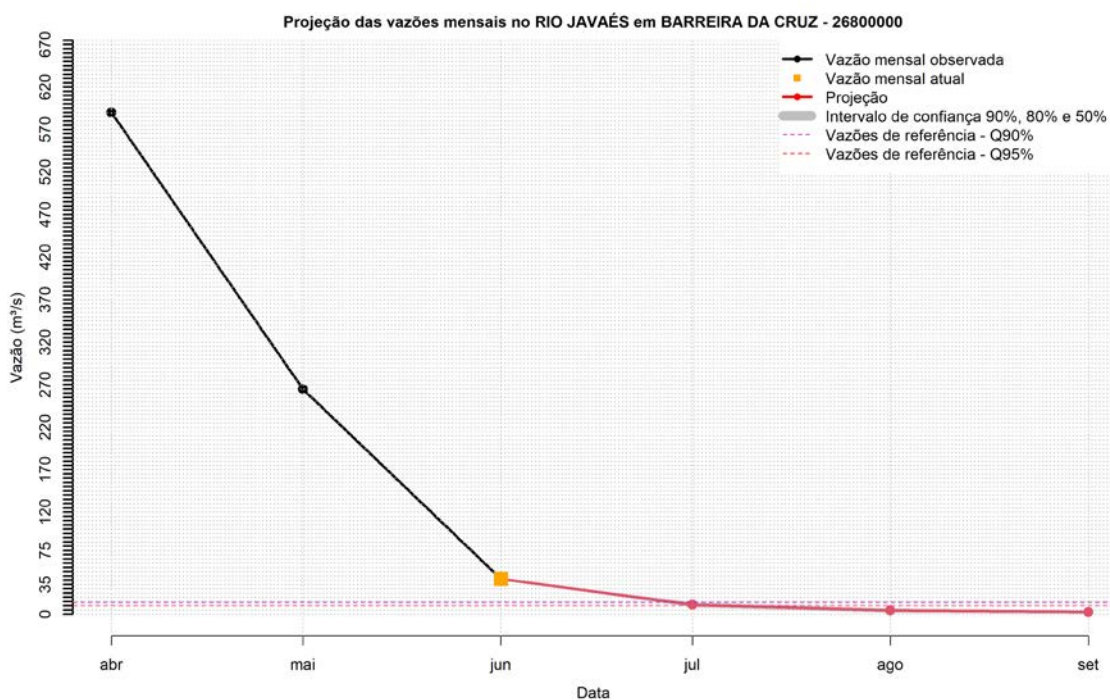


Figura 35 – Previsão de vazões médias do Rio Javaés na estação Barreira da Cruz.

