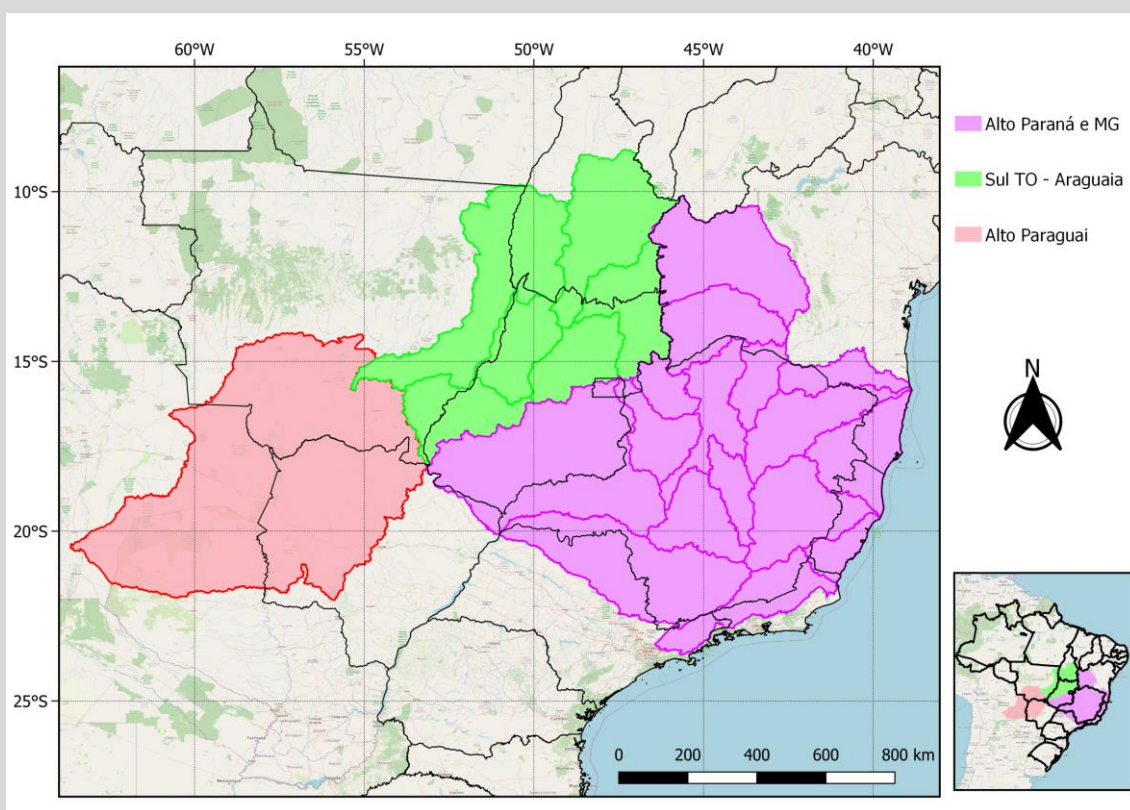


ACOMPANHAMENTO DA ESTIAGEM NAS REGIÕES SUDESTE E CENTRO OESTE DO BRASIL

ACOMPANHAMENTO DAS PRECIPITAÇÕES



Serviço Geológico do Brasil - CPRM

Setembro de 2021

ACOMPANHAMENTO DA ESTIAGEM NAS REGIÕES SUDESTE E CENTRO OESTE DO BRASIL

ACOMPANHAMENTO DAS PRECIPITAÇÕES
(Relatório N° 3 – setembro de 2021)

REALIZAÇÃO

Divisão de Hidrologia Aplicada
Superintendência Regional de São Paulo

AUTORES

Marcos Figueiredo Salviano
Daniel Moreira
Eber José de Andrade Pinto

São Paulo, setembro 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 SÃO PAULO

Superintendente

Lauro Gracindo Pizzatto

Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Vanesca Sartorelli Medeiros

Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Maurício Pavan Silva

Gerente de Infraestrutura Geocientífica

Fabrizio Prior Caltabellotta

Gerente de Administração e Finanças

Carlos Augusto Fiorim Enumo

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

ACOMPANHAMENTO DAS PRECIPITAÇÕES

(RELATÓRIO N° 3 – ANO 2021)

REALIZAÇÃO

Divisão de Hidrologia Aplicada
Superintendência Regional de São Paulo

AUTORES

Marcos Figueiredo Salviano
Daniel Moreira
Eber José de Andrade Pinto

EQUIPE DO PROJETO

Pesquisadores em Geociências

Marcos Figueiredo Salviano – M. Sc.
Daniel Moreira – Dr.
Eber José de Andrade Pinto – Dr.
Vanesca Sartorelli Medeiros – M. Sc.

FIGURA DA CAPA: Imagem gerada por geoprocessamento por Marcos Salviano

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

ACOMPANHAMENTO DAS PRECIPITAÇÕES

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

Copyright @ 2021 CPRM - Superintendência Regional de São Paulo
Rua Costa, 55 - Cerqueira César
São Paulo - SP - Brasil
CEP: 01304-010
Tel.: (11) 3775-5101
Fax: (11) 3775-5165 ou (11) 3256-8430
<http://www.cprm.gov.br/>

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

S184a Salviano, Marcos Figueiredo.
Acompanhamento da estiagem nas regiões sudeste e centro
oeste do Brasil / Marcos Figueiredo Salviano, Daniel Moreira,
Eber José de Andrade Pinto. – São Paulo : CPRM, 2021.
1 recurso eletrônico – (Acompanhamento das precipitações.
Relatório ; 3)

ISBN

1.Hidrometeorologia. 2.Chuvas. I. Salviano, Marcos
Figueiredo. II. Moreira, Daniel. III. Pinto, Eber José de Andrade.
IV. Título. V. Série.

CDD 551.57

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Teresa Rosenhayme CRB 5662

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 à 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 e das precipitações dos principais rios das regiões Sudeste e Centro-Oeste.

Frederico Cláudio Peixinho
Chefe do Departamento de Hidrologia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS DE PRECIPITAÇÃO	7
3	ANÁLISE DAS PRECIPITAÇÕES.....	8
3.1	Séries Históricas	9
3.2	Bacias do Alto Paraná e de MG	12
3.2.1	Ano hidrológico	12
3.2.2	Mês atual.....	15
3.3	Bacias do sul do Tocantins-Araguaia e Alto Paraguai.....	16
3.3.1	Ano hidrológico	16
3.3.2	Mês atual.....	18
3.4	Áreas de drenagem das UHE's	19
3.4.1	Ano hidrológico	20
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
5	REFERÊNCIAS	23
	ANEXO I – Previsão Climática	24
	ANEXO II – Gráfico das precipitações mensais.....	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa geral da área de atuação do estudo: Bacias do Alto Paraná e de MG (polígono lilás), Bacias do Sul Tocantins-Araguaia (polígono verde) e Bacia do Alto Paraguai (polígono vermelho).	2
Figura 2. Mapa geral das regiões hidrográficas das Bacias do Alto Paraná e de MG.....	3
Figura 3. Mapa das Bacias do Sul Tocantins-Araguaia.	3
Figura 4. Mapa da Bacia do Alto Paraguai.....	4
Figura 5. Áreas de drenagem das UHE's.....	5
Figura 6. Mapas da precipitação acumulada para o período entre outubro de 2020 e agosto de 2021 (lado esquerdo) e de sua relação com a média para o período (lado direito) para a região Bacias do Alto Paraná e de MG. Limites das bacias (linhas espessas) e limites estaduais (linhas finas) estão plotados nos mapas. No eixo das abcissas está apresentada a longitude e nas ordenadas a latitude.....	13
Figura 7. Histogramas com as precipitações estimadas pelo MERGE do ano hidrológico atual (coluna rosa) e dos últimos sete anos hidrológicos (tons de azul) com a média do período (ponto vermelho) para a região Bacias do Alto Paraná e de MG (parte 1). Período entre outubro e agosto.	14
Figura 8. Histogramas com as precipitações estimadas pelo MERGE do ano hidrológico atual (coluna rosa) e dos últimos sete anos hidrológicos (tons de azul) com a média do período (ponto vermelho) para a região Bacias do Alto Paraná e de MG (parte 2). Período entre outubro e agosto.	14
Figura 9. Mapas da precipitação acumulada em agosto de 2021 (lado esquerdo) e de sua relação com a média para o período (lado direito) para a região Bacias do Alto Paraná e de MG. Limites das bacias (linhas espessas) e limites estaduais (linhas finas) estão plotados nos mapas. No eixo das abcissas está apresentada a longitude e nas ordenadas a latitude.	15
Figura 10. Mapas da precipitação acumulada para o período entre outubro de 2020 e agosto de 2021 (lado esquerdo) e de sua relação com a média para o período (lado direito) para a região Sul Tocantins-Araguaia. Limites das bacias (linhas espessas) e limites estaduais (linhas finas) estão plotados nos mapas. No eixo das abcissas está apresentada a longitude e nas ordenadas a latitude.....	16
Figura 11. Mapas da precipitação acumulada para o período entre outubro de 2020 e agosto de 2021 (lado esquerdo) e de sua relação com a média para o período (lado direito) para a bacia do Alto Paraguai. Limites das bacias (linhas espessas) e limites estaduais/federais (linhas finas) estão plotados nos mapas. No eixo das abcissas está apresentada a longitude e nas ordenadas a latitude.....	17
Figura 12. Histogramas com as precipitações estimadas pelo MERGE do ano hidrológico atual (coluna rosa) e dos últimos sete anos hidrológicos (tons de azul) com a média do período (ponto vermelho) para a as regiões do Sul Tocantins-Araguaia e Alto Paraguai. Período entre outubro e agosto.	18
Figura 13. Mapas da precipitação acumulada em agosto de 2021 (lado esquerdo) e de sua relação com a média para o período (lado direito) para a região Sul Tocantins-Araguaia. Limites das bacias (linhas espessas) e limites estaduais (linhas finas) estão plotados nos mapas. No eixo das abcissas está apresentada a longitude e nas ordenadas a latitude.....	18

Figura 14. Mapas da precipitação acumulada em agosto de 2021 (lado esquerdo) e de sua relação com a média para o período (lado direito) para a Bacia do Alto Paraguai. Limites das bacias (linhas espessas) e limites estaduais (linhas finas) estão plotados nos mapas. No eixo das abcissas está apresentada a longitude e nas ordenadas a latitude.	19
Figura 15. Histogramas com as precipitações estimadas pelo MERGE do ano hidrológico atual (coluna rosa) e dos últimos sete anos hidrológicos (tons de azul) com a média do período (ponto vermelho) para a as áreas de drenagem das UHE's. Período entre outubro e agosto.	20
Figura 16. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Paranaíba. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.	27
Figura 17. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Doce. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.	27
Figura 18. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Paraíba do Sul. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.	28
Figura 19. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Itapemirim e outros. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em junho de 2021.	28
Figura 20. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Grande. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.	29
Figura 21. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do das Velhas. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.	29
Figura 22. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Paracatu. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.	30
Figura 23. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do Alto São Francisco. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.	30
Figura 24. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Jequitinhonha. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.	31
Figura 25. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Pardo e outros. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.	31
Figura 26. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do São Francisco - Calha. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.	32
Figura 27. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do Urucuia. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.	32

Figura 28. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do Verde Grande. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.....	33
Figura 29. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia dos rios São Mateus, Mucuri e outros. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.....	33
Figura 30. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia dos rios Grande, Paramirim e outros. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.....	34
Figura 31. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia dos rios Caririnha, Corrente e outros. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.....	34
Figura 32. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Tocantins entre Parana e Sono. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.....	35
Figura 33. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Araguaia – trecho da Ilha do Bananal. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.....	35
Figura 34. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Tocantins entre Preto e Parana. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.....	36
Figura 35. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Araguaia – montante da ilha do Bananal. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.....	36
Figura 36. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do Alto Tocantins e rio Preto. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.....	37
Figura 37. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do Alto Araguaia e rio Claro. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.....	37
Figura 38. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do Alto Paraguai. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.....	38
Figura 39. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a área de drenagem da UHE Serra da Mesa. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.....	38
Figura 40. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a área de drenagem da UHE Nova Ponte. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.....	39
Figura 41. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a área de drenagem da UHE Emborcação. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.....	39

Figura 42. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a área de drenagem da UHE Furnas. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021..... 40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Síntese das bacias estudadas (1ª coluna) com as regiões (2ª coluna) e as respectivas áreas de drenagem (3ª coluna).....	6
Tabela 2. Séries históricas da precipitação estimada pelo produto MERGE, em milímetros, para o período entre os meses de outubro e agosto entre os anos hidrológicos 2000/2001 e 2019/2020. Região das Bacias do Alto Paraná e de MG (parte 1). Em alguns casos, o nome da bacia foi abreviado.	9
Tabela 3. Séries históricas da precipitação estimada pelo produto MERGE, em milímetros, para o período entre os meses de outubro e agosto entre os anos hidrológicos 2000/2001 e 2019/2020. Região das Bacias do Alto Paraná e de MG (parte 2). Em alguns casos, o nome da bacia foi abreviado.	10
Tabela 4. Séries históricas da precipitação estimada pelo produto MERGE, em milímetros, para o período entre os meses de outubro e agosto entre os anos hidrológicos 2000/2001 e 2019/2020. Região das Bacias do Sul Tocantins-Araguaia e da Bacia do Alto Paraguai.	11
Tabela 5. Precipitações médias mensais para cada bacia, em milímetros, obtidas por meio do produto MERGE. Médias referentes ao período entre outubro de 2000 e setembro de 2020.....	12
Tabela 6. Comparação da precipitação estimada do produto MERGE entre outubro de 2020 e agosto de 2021 para a região Bacias do Alto Paraná e de MG. 1ª coluna: Bacia. 2ª coluna: precipitação média do período. 3ª coluna: precipitação no ano hidrológico atual. 4ª coluna: relação da precipitação no ano hidrológico atual com a média.	13
Tabela 7. Comparação da precipitação estimada do produto MERGE em agosto de 2021 para a região Bacias do Alto Paraná e de MG. 1ª coluna: Bacias. 2ª coluna: precipitação média do período. 3ª coluna: precipitação no ano hidrológico atual. 4ª coluna: diferença da precipitação no mês atual com a média.	15
Tabela 8. Comparação da precipitação estimada do produto MERGE entre outubro de 2020 e agosto de 2021 para as regiões do Sul Tocantins-Araguaia e Bacia do Alto Paraguai. 1ª coluna: Bacias. 2ª coluna: precipitação média do período. 3ª coluna: precipitação no ano hidrológico atual. 4ª coluna: relação da precipitação do ano hidrológico atual com a média.	17
Tabela 9. Comparação da precipitação estimada do produto MERGE em agosto de 2021 para as regiões Sul do Tocantins-Araguaia e Bacia do Alto Paraguai. 1ª coluna: Bacia. 2ª coluna: precipitação média do período. 3ª coluna: precipitação no ano hidrológico atual. 4ª coluna: diferença da precipitação do mês atual com a média.	19
Tabela 10. Comparação da precipitação estimada do produto MERGE entre outubro de 2020 e agosto de 2021 para as áreas de drenagem das UHE's. 1ª coluna: Bacia. 2ª coluna: precipitação média do período. 3ª coluna: precipitação no ano hidrológico atual. 4ª coluna: relação da precipitação no ano hidrológico atual com a média.	20

RESUMO

Devido à escassez hídrica que ocorre em diversas regiões do Brasil em 2021, o Serviço Geológico do Brasil – CPRM passou, a partir de julho de 2021, a emitir relatórios mensais com um acompanhamento da precipitação em regiões afetadas pela estiagem. Este é o terceiro Relatório de Acompanhamento das Precipitações de 2021 e contempla a análise dos dados de precipitação até o mês de agosto de 2021. A região de estudo abrange áreas nas regiões Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e Norte, e foi dividida em quatro áreas, neste estudo denominadas como: Bacias do Alto Paraná e de MG; Bacias do Sul Tocantins-Araguaia, Bacia do Alto Paraguai e Áreas de drenagem das Usinas Hidrelétricas (UHE's). Os dados de precipitação utilizados são provenientes do produto MERGE, gerado e disponibilizado pelo CPTEC/INPE. A análise da precipitação foi focada na comparação do ano hidrológico atual, que iniciou em outubro de 2020, com as precipitações nos anos hidrológicos anteriores desde 2000/2001. Na região Bacias do Alto Paraná e de MG, 15 das 16 regiões hidrográficas estão com a precipitação no ano hidrológico atual abaixo da média. Destas, é possível destacar as bacias dos rios Paranaíba (oeste de MG e sul de GO), Urucuia (norte de MG) e Grande, Paramirim e outros (oeste da BA), em que a precipitação no ano hidrológico atual é a mínima desde 2000/2001. Na região do Sul Tocantins e Araguaia, 5 das 6 regiões hidrográficas estão com a precipitação abaixo da média, em que a bacia do Alto Araguaia e rio Claro (sudoeste de GO e sudeste do MT) está com o menor volume de precipitação desde 2000/2001. A bacia do Alto Paraguai está com o menor volume de precipitação desde 2000/2001, no qual é possível destacar o norte do MS como a região com os menores acumulados. Das áreas de drenagem de quatro importantes UHE's contempladas no estudo, 3 estão com a precipitação no ano hidrológico atual abaixo da média: Nova Ponte, Emborcação e Furnas.

ABSTRACT

Due to the water shortage that occurs in several regions of Brazil in 2021, the Geological Survey of Brazil - CPRM started in July 2021, to issue monthly reports monitoring the rainfall in regions affected by the drought. This is the third Precipitation Monitoring Report of 2021 and includes the analysis of precipitation data up to August 2021. The study region covers areas in the Southeast, Midwest, Northeast and North regions, and was divided in four areas, in this study named as: High Paraná and MG Basins; Southern Tocantins-Araguaia Basins, High Paraguay Basin and Hydroelectric Power Plants (UHE's) Drainage Areas. The precipitation data used was the MERGE product, generated and provided by CPTEC/INPE. The precipitation analysis was focused on comparing the current hydrological year, which started in October 2020, with rainfall in previous hydrological years since 2000/2001. In the High Paraná and MG Basins region, 15 of the 16 hydrographic regions have a below average rainfall in the current hydrological year. Of these, it is possible to highlight the basins of the rivers Paranaíba (west MG and south GO), Urucuia (north of MG) and Grande, Paramirim and others (west of BA), where rainfall in the current hydrological year is the lowest since 2000/2001. In the Southern Tocantins and Araguaia region, 5 of the 6 hydrographic regions have below average precipitation, in which the Alto Araguaia and Claro river basin (southwest of GO and southeast of MT) has the lowest volume of precipitation since 2000/2001. The Paraguay River basin has the lowest volume of precipitation since 2000/2001, in which it is possible to highlight the north MS fraction as the region with the lowest accumulated. Of the drainage areas of four important UHE's contemplated in the study, 3 have below average rainfall in the current hydrological year: Nova Ponte, Emborcação and Furnas.

1 INTRODUÇÃO

No dia 1 de junho de 2021 a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) publicou por meio da resolução nº 77/2021 a declaração da situação crítica de escassez quantitativa dos recursos hídricos da Região Hidrográfica do Paraná até 30 de novembro de 2021. A escassez hídrica na região, uma das mais populosas do Brasil, poderá impactar os usos múltiplos dos recursos hídricos, resultando em impactos negativos para a sociedade. Entre os usos múltiplos dos recursos hídricos é possível destacar a geração de energia hidrelétrica, captação para abastecimento urbano, irrigação e navegação. Assim, a partir de agosto de 2021 o Serviço Geológico do Brasil – CPRM (CPRM) emitirá relatórios mensais com o acompanhamento das precipitações durante a estiagem nas regiões Sudeste e Centro-Oeste. Os relatórios têm como principal objetivo o acompanhamento e a análise espaço temporal das precipitações durante o período de escassez hídrica.

Este é o terceiro Relatório de Acompanhamento das Precipitações de 2021 e contempla a análise dos dados de precipitação até o mês de agosto de 2021.

A área de estudo está apresentada na Figura 1. A área abrange vinte e três (23) regiões hidrográficas localizadas nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia, Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, além do Distrito Federal e áreas no Paraguai e na Bolívia. Também serão analisadas as precipitações nas áreas de drenagem de quatro (4) das principais Usinas Hidrelétricas (UHE) do Brasil que estão localizadas na área de estudo: Serra da Mesa, Nova Ponte, Emborcação e Furnas. A área de estudo deste relatório foi dividida em quatro (4) regiões, que serão denominadas como:

- Bacias do Alto Paraná e de MG;
- Bacias do Sul Tocantins-Araguaia;
- Bacia do Alto Paraguai;
- Áreas de drenagem das UHE's.

A maior parte da região de estudo tem uma climatologia com períodos chuvosos e secos bem definidos. O período chuvoso compreende o período entre os meses de outubro e março, enquanto que o seco ocorre entre abril e setembro. Assim, o ano hidrológico da área de estudo inicia em outubro e termina em setembro.

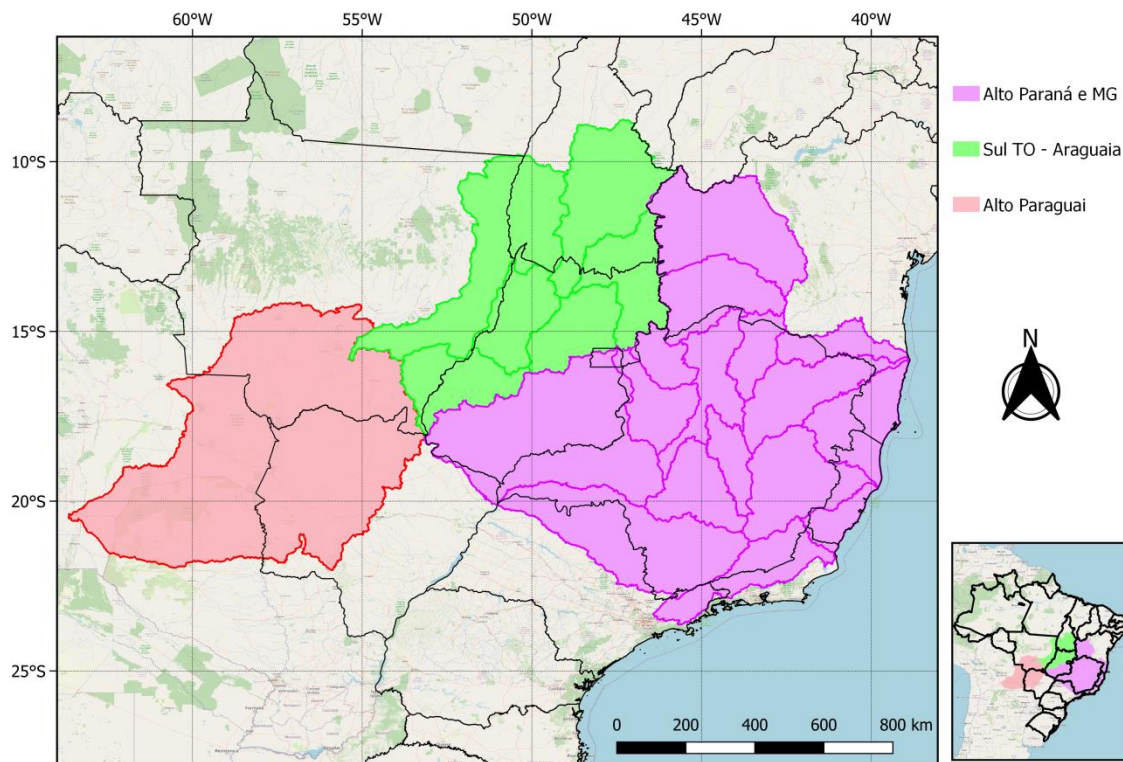


Figura 1. Mapa geral da área de atuação do estudo: Bacias do Alto Paraná e de MG (polígono lilás), Bacias do Sul Tocantins-Araguaia (polígono verde) e Bacia do Alto Paraguai (polígono vermelho).

A delimitação das dezesseis (16) regiões hidrográficas inseridas na região denominada Bacias do Alto Paraná e de MG está apresentada na Figura 2. A área abrange bacias nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. Na região estão contempladas bacias da região hidrográfica do Paraná (Paranaíba e Grande), do rio São Francisco (e.g. Paracatu, Verde Grande, Urucuia) além de importantes bacias hidrográficas que drenam diretamente para o Oceano Atlântico (e.g. Paraíba do Sul, Doce, Jequitinhonha).

A região denominada Bacias do Sul Tocantins-Araguaia está apresentada na Figura 3. Ela está localizada nas regiões Centro-Oeste e Norte e contempla seis (6) regiões hidrográficas da porção sul da bacia do rio Tocantins. Destas regiões, três (3) (Alto Tocantins e rio Preto; Tocantins entre os rios Preto e Parana; Tocantins entre os rios Parana e do Sono) estão localizadas na bacia do próprio rio Tocantins enquanto que as restantes (Alto Araguaia e rio Claro; Araguaia a montante da ilha do Bananal; Araguaia trecho da ilha do Bananal) estão na bacia do rio Araguaia, que a jusante da área de estudo deságua no rio Tocantins.

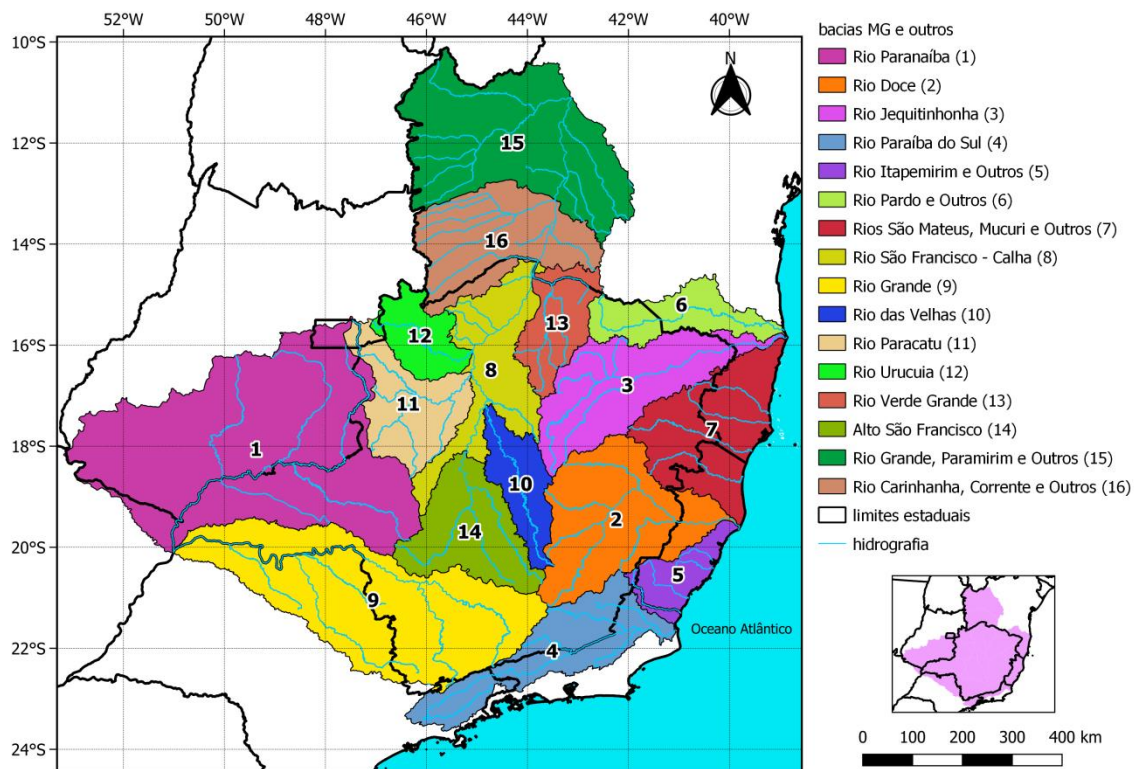


Figura 2. Mapa geral das regiões hidrográficas das Bacias do Alto Paraná e de MG.

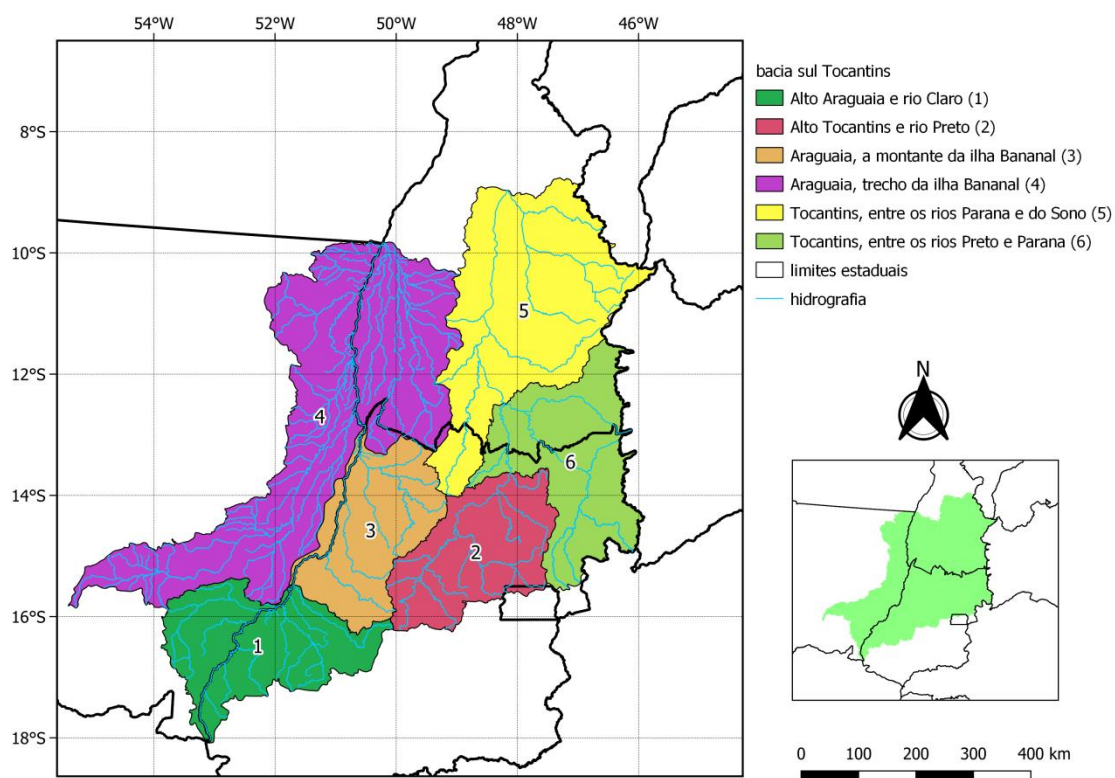


Figura 3. Mapa das Bacias do Sul Tocantins-Araguaia.

Na Figura 4 está apresentada a Bacia do Alto Paraguai, que contém áreas no Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraguai e Bolívia. Para este estudo, a bacia do rio Paraguai foi considerada como

a área de drenagem da estação fluviométrica de Porto Murtinho (código ANA #67100000), a mais a jusante no rio Paraguai em território brasileiro. A maior parte da região está localizada no bioma Pantanal.

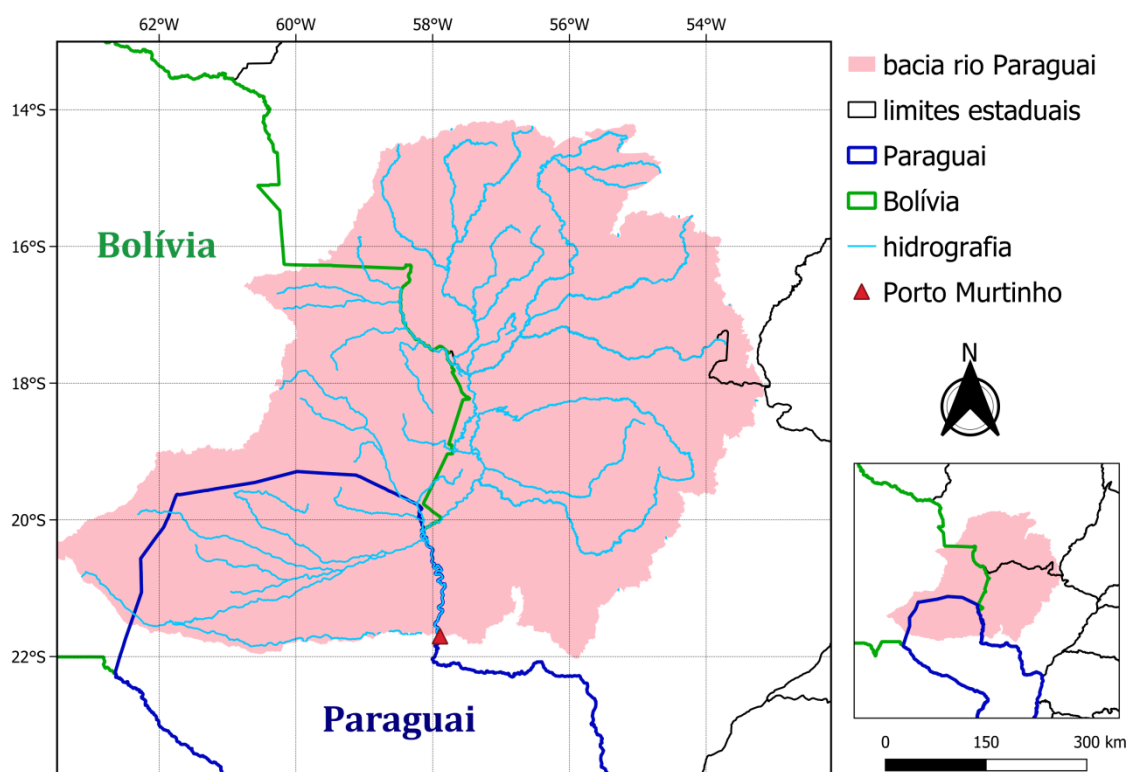


Figura 4. Mapa da Bacia do Alto Paraguai.

Devido à crise energética resultante da escassez hídrica, foram selecionadas quatro (4) UHE's para o acompanhamento da precipitação em suas áreas de drenagem: Serra da Mesa (bacia do Alto Tocantins e rio Preto), Nova Ponte (bacia do rio Paranaíba), Emborcação (bacia do rio Paranaíba) e Furnas (bacia do rio Grande). Na Figura 5 estão apresentadas as áreas de drenagem de cada reservatório. Estas UHE's foram selecionadas devido à alta relevância na geração de energia elétrica. De acordo com informações no portal do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) (www.ons.org.br), somadas, as potências instaladas nestas UHE's representam aproximadamente 56% de toda capacidade de energia hidrelétrica do Subsistema Sudeste/Centro-Oeste e 39% de toda capacidade de energia hidrelétrica do Sistema Interligado Nacional (SIN).

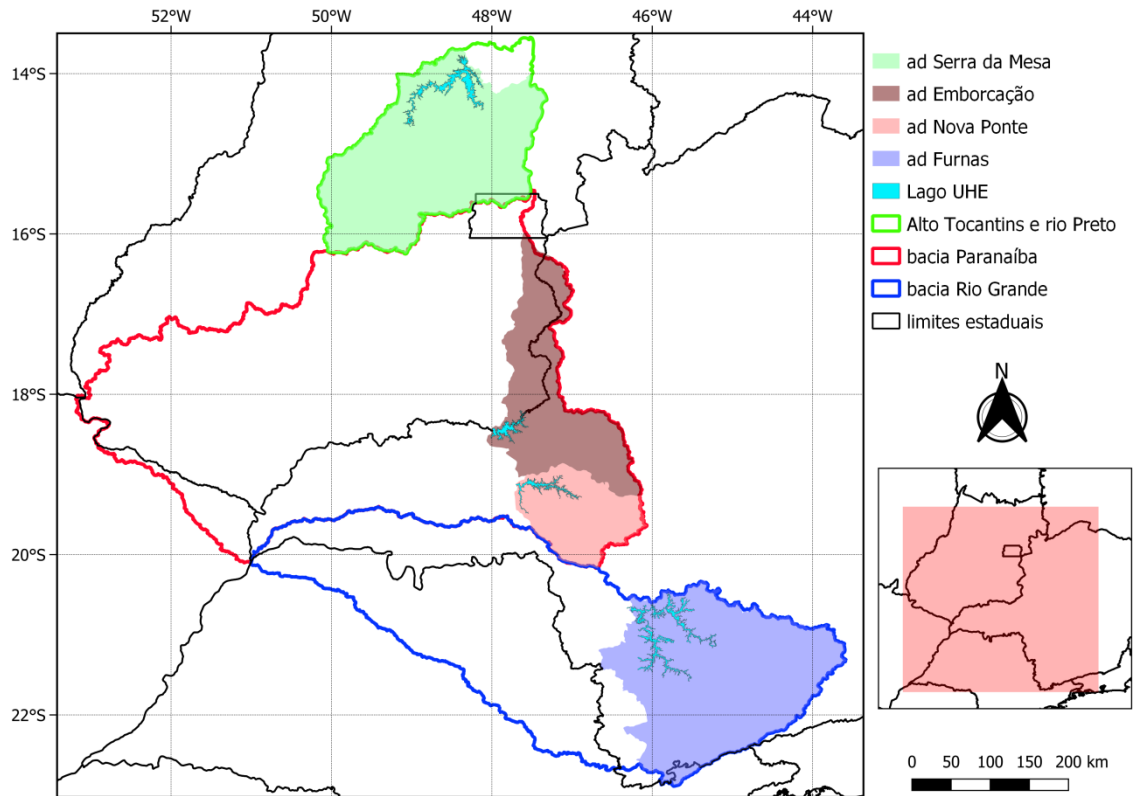


Figura 5. Áreas de drenagem das UHE's.

Na Tabela 1 está apresentada uma síntese das bacias estudadas.

Tabela 1. Síntese das bacias estudadas (1ª coluna) com as regiões (2ª coluna) e as respectivas áreas de drenagem (3ª coluna).

Bacia	Região	Área de drenagem (km²)
Paranaíba	Bacias do Alto Paraná e de MG	222.592
Doce	Bacias do Alto Paraná e de MG	82.646
Paraíba do Sul	Bacias do Alto Paraná e de MG	56.543
Itapemirim e outros	Bacias do Alto Paraná e de MG	21.120
Grande	Bacias do Alto Paraná e de MG	143.351
Velhas	Bacias do Alto Paraná e de MG	27.653
Paracatu	Bacias do Alto Paraná e de MG	45.005
Alto São Francisco	Bacias do Alto Paraná e de MG	51.112
Jequitinhonha	Bacias do Alto Paraná e de MG	69.762
Pardo e outros	Bacias do Alto Paraná e de MG	32.665
São Francisco - Calha	Bacias do Alto Paraná e de MG	56.110
Urucuia	Bacias do Alto Paraná e de MG	25.261
Verde Grande	Bacias do Alto Paraná e de MG	31.016
São Mateus, Mucuri e outros	Bacias do Alto Paraná e de MG	66.823
Grande, Paramirim e outros	Bacias do Alto Paraná e de MG	120.645
Carinhanha, Corrente e outros	Bacias do Alto Paraná e de MG	69.144
Tocantins - entre Parana e Sono	Bacias do sul Tocantins-Araguaia	111.799
Araguaia - trecho da ilha do Bananal	Bacias do sul Tocantins-Araguaia	162.335
Tocantins - entre Preto e Parana	Bacias do sul Tocantins-Araguaia	68.009
Araguaia - mont. da ilha do Bananal	Bacias do sul Tocantins-Araguaia	55.798
Alto Tocantins e rio Preto	Bacias do sul Tocantins-Araguaia	55.598
Alto Araguaia e rio Claro	Bacias do sul Tocantins-Araguaia	62.716
Alto Paraguai	Bacia do Alto Paraguai	575.831
Serra da Mesa	Áreas de drenagem das UHE's	51.105
Nova Ponte	Áreas de drenagem das UHE's	15.272
Emborcação	Áreas de drenagem das UHE's	29.084
Furnas	Áreas de drenagem das UHE's	51.717

2 DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS DE PRECIPITAÇÃO

Os dados de precipitação utilizados neste estudo são provenientes do produto MERGE (Rozante et al., 2010), que é gerado e disponibilizado pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE) (disponíveis em: <http://ftp.cptec.inpe.br/modelos/tempo/MERGE/GPM/DAILY/>). O produto consiste na integração da interpolação de dados observados de pluviômetros (~ 4.000 pluviômetros) na América do Sul, com produtos de precipitação estimada por satélites. A técnica tem como principal objetivo a redução das incertezas e do viés dos dados de precipitação, em especial para regiões com uma baixa densidade de dados observados (Rozante et al., 2020). Para este estudo foram utilizados dados de precipitação diários (acumulados entre 1200 UTC de dias consecutivos) com uma resolução espacial de 0,1°.

Entre 2000 e 2010, estimativas da missão TRMM-TMPA foram utilizadas, e desde 2010, estimativas do produto GPM-IMERG (Huffman et al., 2019). O produto GPM-IMERG integra estimativas de precipitação a partir de sensores passivos de micro-ondas a bordo de satélites de órbita polar, estimativas de sensores de infravermelho a bordo de satélites geoestacionários e dados observados de pluviômetros (~16.000 pluviômetros em todo o globo, que não incluem os pluviômetros utilizados no MERGE).

3 ANÁLISE DAS PRECIPITAÇÕES

Na seção 3.1 estão apresentadas as séries históricas das precipitações da região de estudo, tanto do ano hidrológico quanto as médias mensais, obtidas a partir do produto MERGE. Nas seções 3.2, 3.3 e 3.4 estão apresentadas análises das precipitações do ano hidrológico atual e do mês de agosto de 2021 para a região de estudo.

No Anexo I está a Nota Técnica da Previsão Climática Sazonal para o trimestre entre setembro e novembro de 2021. A Nota Técnica é elaborada em conjunto pelo CPTEC/INPE, o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). A Nota Técnica está disponível para download no endereço: http://clima1.cptec.inpe.br/~rclima1/pdf_notatecnica/Nota_Tecnica.pdf.

No Anexo II estão apresentados os histogramas de cada bacia com as precipitações mensais médias e as precipitações mensais no ano hidrológico atual.

3.1 Séries Históricas

Tabela 2. Séries históricas da precipitação estimada pelo produto MERGE, em milímetros, para o período entre os meses de outubro e agosto entre os anos hidrológicos 2000/2001 e 2019/2020. Região das Bacias do Alto Paraná e de MG (parte 1). Em alguns casos, o nome da bacia foi abreviado.

AH	Paranaíba	Doce	Paraíba do Sul	Itapemirim e outros	Grande	Velhas	Paracatu	Alto S. Fco.
00/01	1250	920	1136	1015	1110	930	972	1021
01/02	1372	1310	1133	1329	1448	1230	1259	1295
02/03	1305	1150	1254	1150	1390	1129	1193	1120
03/04	1458	1370	1446	1459	1435	1236	1361	1194
04/05	1194	1215	1275	1539	1480	1137	1214	1240
05/06	1362	1054	1137	1128	1306	1176	1418	1190
06/07	1334	1181	1243	954	1439	1223	1351	1270
07/08	1208	849	1225	812	1278	891	1026	1249
08/09	1248	1361	1422	1395	1415	1302	1279	1433
09/10	1241	1063	1447	1166	1179	1198	1182	1121
10/11	1481	1310	1525	1630	1431	1212	1489	1409
11/12	1323	1225	1463	1342	1306	1379	1304	1312
12/13	1280	1061	1308	1292	1310	1044	1166	1079
13/14	1123	1057	1077	1166	884	916	1003	795
14/15	1208	830	1042	905	1042	799	1079	902
15/16	1174	886	1292	755	1332	873	940	986
16/17	1189	853	1222	1060	1129	858	939	868
17/18	1229	1032	1267	1278	1138	1052	894	1112
18/19	1357	960	1210	1073	1264	990	1206	1139
19/20	1432	1401	1397	1468	1212	1446	1357	1326
Média	1288	1104	1276	1196	1276	1101	1182	1153

Tabela 3. Séries históricas da precipitação estimada pelo produto MERGE, em milímetros, para o período entre os meses de outubro e agosto entre os anos hidrológicos 2000/2001 e 2019/2020. Região das Bacias do Alto Paraná e de MG (parte 2). Em alguns casos, o nome da bacia foi abreviado.

AH	Jequitinhonha.	Pardo	S. Fco. - Calha	Urucuia	Verde Grande	S. Mat. e Muc.	Gde. e Par.	Car. e Corr.
00/01	847	857	877	927	784	1046	927	916
01/02	1093	961	1067	1154	972	1328	947	912
02/03	785	632	811	1081	846	863	864	953
03/04	1115	999	924	1251	1010	1366	1116	1196
04/05	962	865	882	972	853	1281	967	920
05/06	980	784	1067	1327	874	1095	872	1025
06/07	1143	1009	1085	1397	921	1261	631	913
07/08	713	652	724	782	730	770	764	800
08/09	1079	885	1054	1124	880	1256	1073	1053
09/10	938	811	956	1073	913	1022	863	1023
10/11	961	905	1222	1262	968	1117	954	1085
11/12	836	672	949	1049	688	1118	718	895
12/13	844	776	914	1143	706	977	846	899
13/14	918	793	879	1060	771	1177	839	898
14/15	719	780	722	1001	607	907	906	905
15/16	699	577	773	897	628	680	715	692
16/17	798	824	760	987	619	1019	670	705
17/18	868	749	865	1098	762	1046	791	854
18/19	816	781	888	1168	770	1069	903	970
19/20	968	764	1114	1150	953	1077	994	1027
Média	904	804	927	1095	813	1074	868	932

Tabela 4. Séries históricas da precipitação estimada pelo produto MERGE, em milímetros, para o período entre os meses de outubro e agosto entre os anos hidrológicos 2000/2001 e 2019/2020. Região das Bacias do Sul Tocantins-Araguaia e da Bacia do Alto Paraguai.

AH	Tocantins - entre Parana e Sono	Araguaia trecho do Bananal	Tocantins - entre Preto e Parana	Araguaia mon. do Bananal	Alto Tocantins e rio Preto	Alto Araguaia e rio Claro	Alto Paraguai
00/01	1573	1518	1200	1409	1349	1287	1125
01/02	1658	1551	1270	1654	1315	1495	1154
02/03	1316	1503	901	1254	1130	1501	1065
03/04	1415	1690	1096	1687	1619	1561	1134
04/05	1353	1238	792	1109	1181	1202	1048
05/06	1359	1524	1249	1280	1266	1195	1113
06/07	1281	1511	934	1591	1207	1644	1118
07/08	1285	1188	948	1182	1150	1204	1172
08/09	1584	1473	1390	1499	1475	1319	1088
09/10	1367	1418	1267	1306	1383	1309	1040
10/11	1535	1528	1235	1386	1254	1522	1150
11/12	1433	1434	1204	1310	1363	1445	1139
12/13	1384	1486	1146	1328	1325	1439	1133
13/14	1550	1636	1300	1403	1279	1373	1351
14/15	1345	1413	1178	1373	1112	1582	1019
15/16	1018	1197	912	1312	1150	1180	1027
16/17	1166	1434	821	1091	923	1315	986
17/18	1420	1577	1041	1473	1121	1296	1068
18/19	1471	1543	1277	1363	1363	1437	1049
19/20	1433	1272	1242	1541	1507	1326	861
Média	1397	1457	1120	1378	1274	1382	1092

Tabela 5. Precipitações médias mensais para cada bacia, em milímetros, obtidas por meio do produto MERGE. Médias referentes ao período entre outubro de 2000 e setembro de 2020.

Bacias	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Paranaíba	233	191	189	84	34	12	8	9	40	106	194	229
Doce	181	111	137	67	37	17	12	18	38	80	199	245
Paraíba do Sul	227	149	166	75	49	29	27	28	54	99	196	231
Itapemirim e outros	157	107	147	88	65	44	37	39	52	92	200	221
Grande	259	177	159	69	50	25	18	18	52	104	177	221
das Velhas	199	128	153	52	23	6	5	9	29	76	196	255
Paracatu	211	154	175	68	25	6	3	8	26	78	211	242
Alto São Francisco	222	146	155	55	29	13	7	10	37	83	184	248
Jequitinhonha	132	99	116	58	26	17	14	14	21	69	171	188
Pardo e outros	95	81	109	67	34	34	30	26	24	60	133	135
S. Fco. Calha	158	109	141	49	16	3	1	4	17	62	180	202
Urucuia	184	140	176	70	18	4	1	6	17	73	202	221
Verde Grande	132	103	122	41	11	3	1	2	11	56	164	178
São Mat., Muc. e outros	117	90	129	95	57	54	51	46	43	85	180	169
Grande, Par. e outros	150	122	139	76	19	4	2	3	9	59	144	150
Car., Corr. e outros	151	118	148	74	16	2	1	2	11	68	173	178
Tocantins – Par. e Sono	249	211	230	141	39	6	1	3	28	104	190	223
Araguaia - ilha Bananal	273	228	221	119	26	5	2	4	35	130	211	238
Tocantins - Preto e Par.	187	148	174	105	24	4	4	4	21	89	187	192
Araguaia – mont. da ilha do Bananal	273	215	198	92	18	7	5	8	32	112	197	251
Alto Toc. e rio Preto	217	180	193	99	22	6	4	8	32	117	209	219
Alto Araguaia e rio Claro	255	216	198	92	28	10	8	8	35	119	197	253
Alto Paraguai	181	172	134	83	59	25	20	19	44	99	140	160

3.2 Bacias do Alto Paraná e de MG

Nesta seção estão apresentados os resultados da análise da precipitação na região Bacias do Alto Paraná e de MG para o ano hidrológico atual (seção 3.2.1) e para o mês de agosto de 2021 (seção 3.2.2).

3.2.1 Ano hidrológico

Na análise da Figura 6 e Tabela 6 é possível constatar que das dezesseis (16) regiões hidrográficas da região, apenas na bacia do Paraíba do Sul a precipitação entre outubro de 2020 e agosto de 2021 não foi abaixo da média para o período. Outras duas bacias apresentaram uma precipitação próxima à média (menos que 5% abaixo): Velhas e São Francisco – Calha. Em seis (6) bacias a redução em relação à média foi superior a 20%, sendo elas: rio Pardo e outros; Grande; São Mateus, Mucuri e outros; Urucuia; Caririnha, Corrente e outros; Grande, Paramirim e outros (menor relação com a média -33,1% abaixo). Em relação aos volumes de precipitação,

os maiores acumulados ocorreram no Paraíba do Sul (o maior acumulado), Paranaíba e Itapemirim e outros, enquanto que os menores valores foram observados no Verde Grande; Pardo e outros e Grande, Paramirim e outros (o menor).

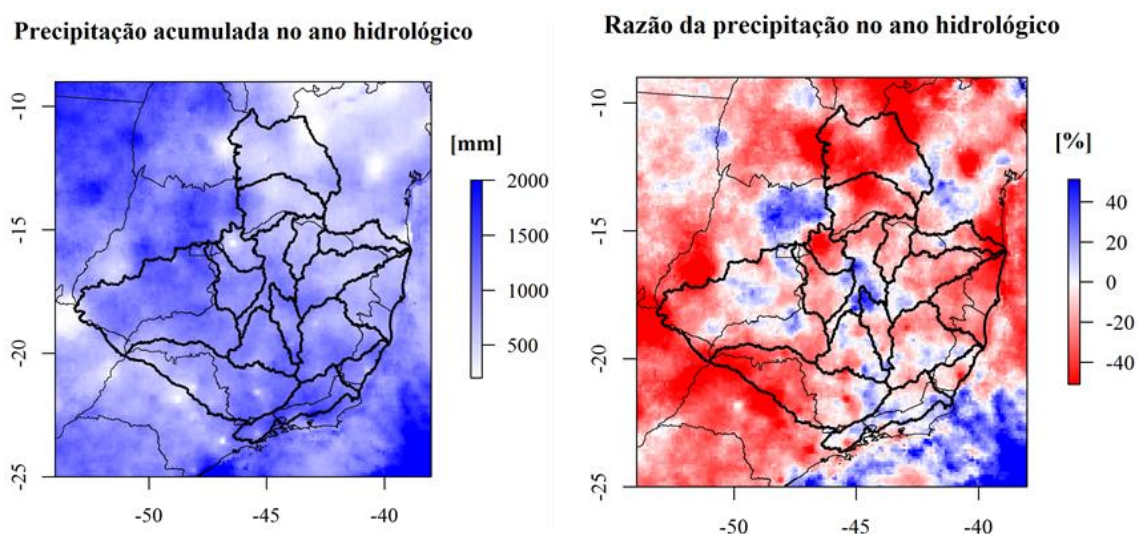


Figura 6. Mapas da precipitação acumulada para o período entre outubro de 2020 e agosto de 2021 (lado esquerdo) e de sua relação com a média para o período (lado direito) para a região Bacias do Alto Paraná e de MG. Limites das bacias (linhas espessas) e limites estaduais (linhas finas) estão plotados nos mapas. No eixo das abcissas está apresentada a longitude e nas ordenadas a latitude.

Tabela 6. Comparação da precipitação estimada do produto MERGE entre outubro de 2020 e agosto de 2021 para a região Bacias do Alto Paraná e de MG. 1ª coluna: Bacia. 2ª coluna: precipitação média do período. 3ª coluna: precipitação no ano hidrológico atual. 4ª coluna: relação da precipitação no ano hidrológico atual com a média.

Bacias	P média [mm]	P (out/2020 a ago/2021) [mm]	Relação da precipitação
Paranaíba	1288	1102	-14,5%
Doce	1104	982	-11,0%
Paraíba do Sul	1276	1277	+0,1%
Itapemirim e outros	1196	1067	-10,8%
Grande	1276	952	-25,4%
Velhas	1101	1052	-4,5%
Paracatu	1182	1014	-14,2%
Alto São Francisco	1153	1059	-8,1%
Jequitinhonha	904	766	-15,3%
Pardo e outros	804	617	-23,2%
São Francisco – Calha	927	900	-2,8%
Urucuia	1095	766	-30,1%
Verde Grande	813	687	-15,5%
São Mateus, Mucuri e outros	1074	758	-29,4%
Grande, Paramirim e outros	868	581	-33,1%
Carinhanha, Corrente e outros	932	695	-25,4%

Na análise dos histogramas com as precipitações dos últimos oito (8) anos hidrológicos (Figura 7 e Figura 8), é possível constatar que a precipitação do ano hidrológico atual está abaixo da média em quase todas as bacias e que o ano hidrológico 2019/2020 foi o mais chuvoso dos últimos anos. Também constata-se que apesar do ano hidrológico atual estar sendo seco, nas bacias do Doce, Paraíba do Sul, Itapemirim e outros, Velhas, Alto São Francisco, Jequitinhonha e São Francisco - Calha ele é mais chuvoso do que anos hidrológicos no período entre 2013 e 2016, quando ocorreram estiagens significativas na região (Marengo et al., 2015). As bacias em que o ano hidrológico atual está sendo o mais seco dos últimos oito anos são: Paranaíba; Urucuia; Grande, Paramirim e outros.

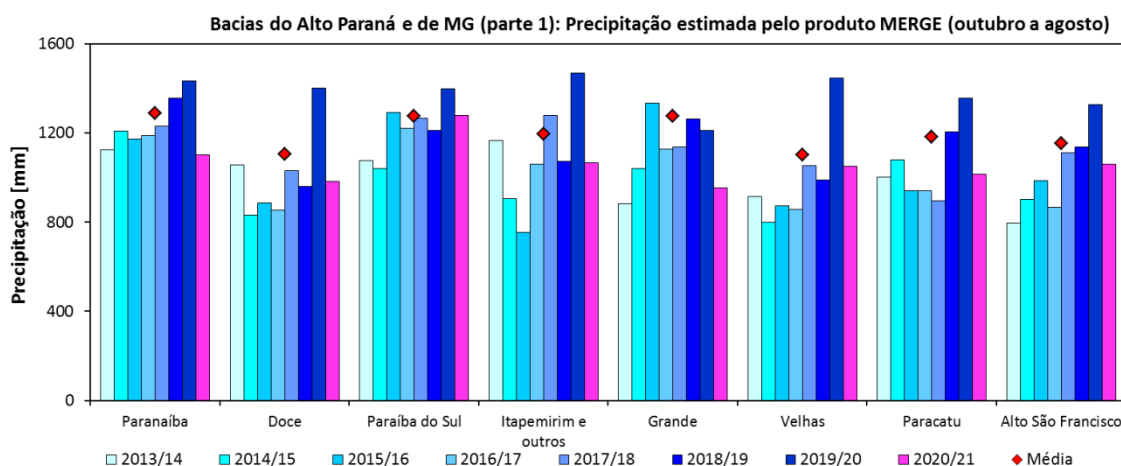


Figura 7. Histogramas com as precipitações estimadas pelo MERGE do ano hidrológico atual (coluna rosa) e dos últimos sete anos hidrológicos (tons de azul) com a média do período (ponto vermelho) para a região Bacias do Alto Paraná e de MG (parte 1). Período entre outubro e agosto.

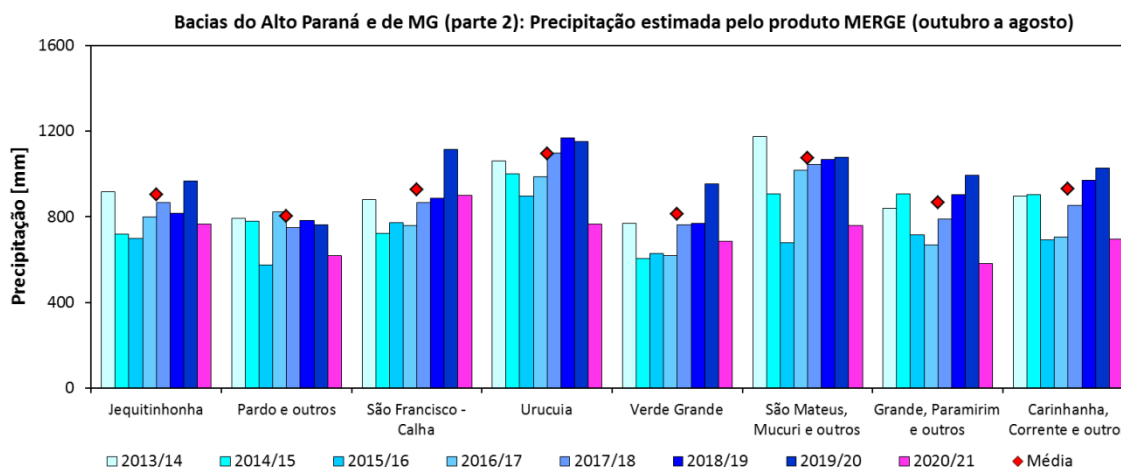


Figura 8. Histogramas com as precipitações estimadas pelo MERGE do ano hidrológico atual (coluna rosa) e dos últimos sete anos hidrológicos (tons de azul) com a média do período (ponto vermelho) para a região Bacias do Alto Paraná e de MG (parte 2). Período entre outubro e agosto.

3.2.2 Mês atual

Na Figura 9 e na Tabela 7 estão apresentadas a precipitação em agosto de 2021 e a sua comparação com a média para a região Bacias do Alto Paraná e de MG. É possível constatar que os maiores volumes de precipitação ocorreram próximo ao litoral, com baixos volumes no interior dos estados. Em duas bacias, a precipitação mensal foi acima da média: Paraíba do Sul e Itapemirim e outros. Das demais é possível destacar as bacias do Grande e São Mateus, Mucuri e outros, que tiveram uma anomalia negativa de precipitação superior à 10 mm.

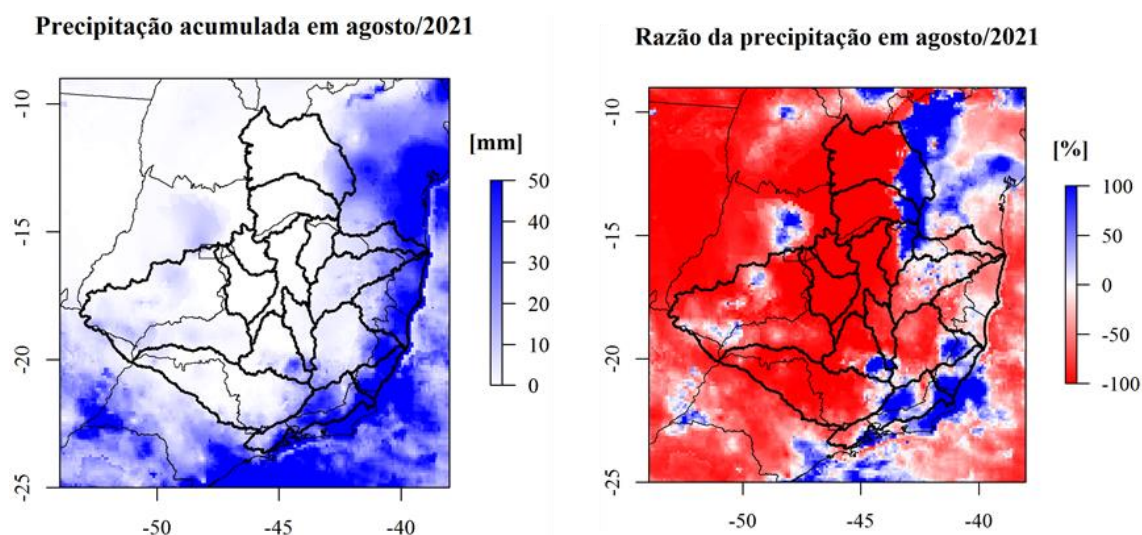


Figura 9. Mapas da precipitação acumulada em agosto de 2021 (lado esquerdo) e de sua relação com a média para o período (lado direito) para a região Bacias do Alto Paraná e de MG. Limites das bacias (linhas espessas) e limites estaduais (linhas finas) estão plotados nos mapas. No eixo das abcissas está apresentada a longitude e nas ordenadas a latitude.

Tabela 7. Comparação da precipitação estimada do produto MERGE em agosto de 2021 para a região Bacias do Alto Paraná e de MG. 1ª coluna: Bacias. 2ª coluna: precipitação média do período. 3ª coluna: precipitação no ano hidrológico atual. 4ª coluna: diferença da precipitação no mês atual com a média.

Bacias	P média [mm]	P (ago/2021) [mm]	Diferença [mm]
Paranaíba	9	3	-6
Doce	18	14	-4
Paraíba do Sul	28	37	+9
Itapemirim e outros	39	74	+35
Grande	18	4	-14
Velhas	9	3	-6
Paracatu	8	0	-8
Alto São Francisco	10	5	-5
Jequitinhonha	14	10	-4
Pardo e outros	26	18	-8
São Francisco – Calha	4	0	-4
Urucuia	6	0	-6
Verde Grande	2	1	-1
São Mateus, Mucuri e outros	46	33	-13

Grande, Paramirim e outros	3	4	-1
Carinhanha, Corrente e outros	2	1	-1

3.3 Bacias do sul do Tocantins-Araguaia e Alto Paraguai

Nesta seção estão apresentados os resultados da análise da precipitação nas regiões Bacias do sul Tocantins-Araguaia e Bacia do Alto Paraguai para o ano hidrológico atual (seção 3.3.1) e para o mês de agosto de 2021 (seção 3.3.2).

3.3.1 Ano hidrológico

Observa-se que na maior parte da região Bacias do sul Tocantins-Araguaia (Figura 10 e Tabela 8) e para a Bacia do Alto Paraguai (Figura 11 e Tabela 8) a precipitação entre outubro de 2020 e agosto de 2021 foi abaixo da média para o período. Apenas a bacia do Alto Tocantins e rio Preto apresentou uma precipitação acima da média. Em três (3) bacias a redução em relação à média foi superior a 20%, sendo elas: Tocantins entre Parana e Sono; rio Paraguai; Alto Araguaia e rio Claro (menor relação com a média). O maior acumulado de precipitação para o período foi observado no Alto Tocantins e rio Preto, enquanto que o menor na bacia do rio Paraguai. Na bacia do Alto Paraguai constata-se que em sua porção leste (norte do Mato Grosso do Sul) este ano hidrológico está sendo significativamente seco.

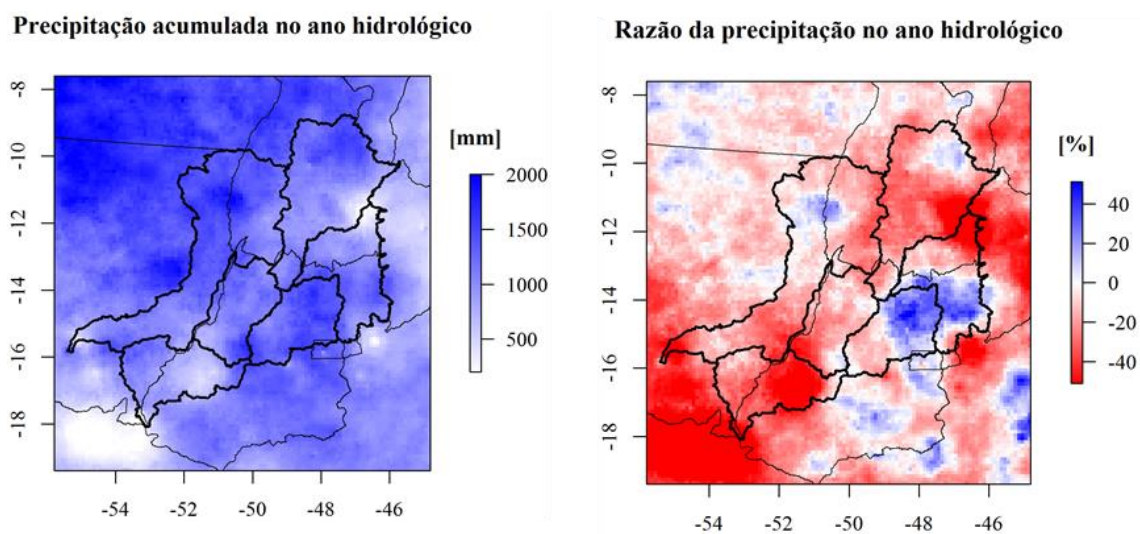


Figura 10. Mapas da precipitação acumulada para o período entre outubro de 2020 e agosto de 2021 (lado esquerdo) e de sua relação com a média para o período (lado direito) para a região Sul Tocantins-Araguaia. Limites das bacias (linhas espessas) e limites estaduais (linhas finas) estão plotados nos mapas. No eixo das abscissas está apresentada a longitude e nas ordenadas a latitude.

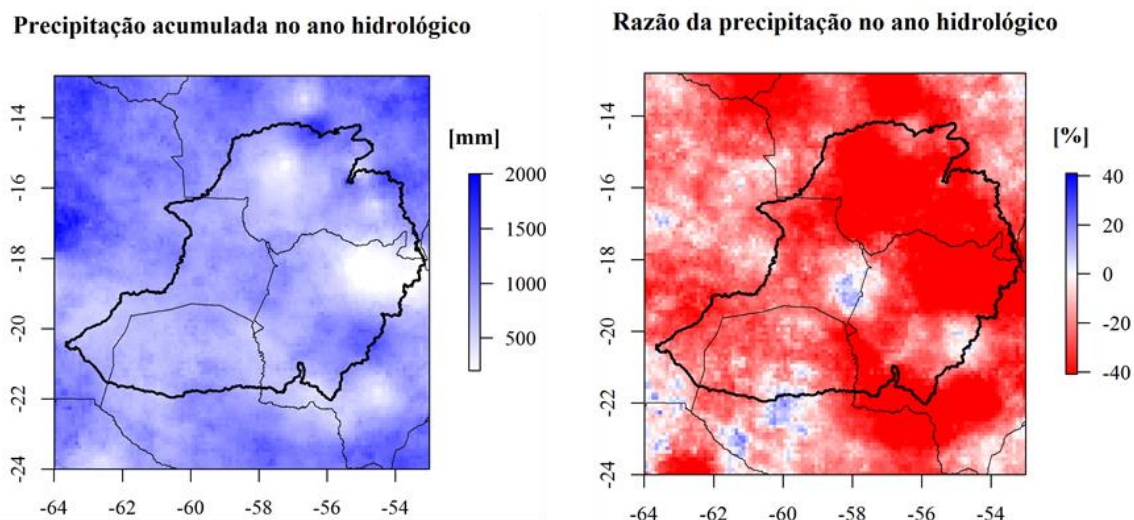


Figura 11. Mapas da precipitação acumulada para o período entre outubro de 2020 e agosto de 2021 (lado esquerdo) e de sua relação com a média para o período (lado direito) para a bacia do Alto Paraguai. Limites das bacias (linhas espessas) e limites estaduais/federais (linhas finas) estão plotados nos mapas. No eixo das abscissas está apresentada a longitude e nas ordenadas a latitude.

Tabela 8. Comparação da precipitação estimada do produto MERGE entre outubro de 2020 e agosto de 2021 para as regiões do Sul Tocantins-Araguaia e Bacia do Alto Paraguai. 1ª coluna: Bacias. 2ª coluna: precipitação média do período. 3ª coluna: precipitação no ano hidrológico atual. 4ª coluna: relação da precipitação do ano hidrológico atual com a média.

Bacias	P média [mm]	P (out/2020 a ago/2021) [mm]	Relação da precipitação
Tocantins - entre Parana e Sono	1397	1069	-23,5%
Araguaia - trecho ilha do Bananal	1457	1259	-13,6%
Tocantins - entre Preto e Parana	1120	1034	-7,7%
Araguaia - mont. do Bananal	1378	1129	-18,0%
Alto Tocantins e rio Preto	1274	1366	+7,3%
Alto Araguaia e rio Claro	1382	870	-37,0%
Alto Paraguai	1092	710	-35,0%

Na Figura 12 estão apresentados os histogramas das precipitações nas regiões do sul do Tocantins-Araguaia e Bacia do rio Paraguai nos últimos oito (8) anos hidrológicos. É possível constatar que nas bacia do Alto Araguaia e do Alto Paraguai, a precipitação no ano hidrológico atual é a menor dos últimos anos. Também observa-se que este é o sétimo ano hidrológico consecutivo em que a precipitação na bacia do Alto Paraguai está abaixo da média.

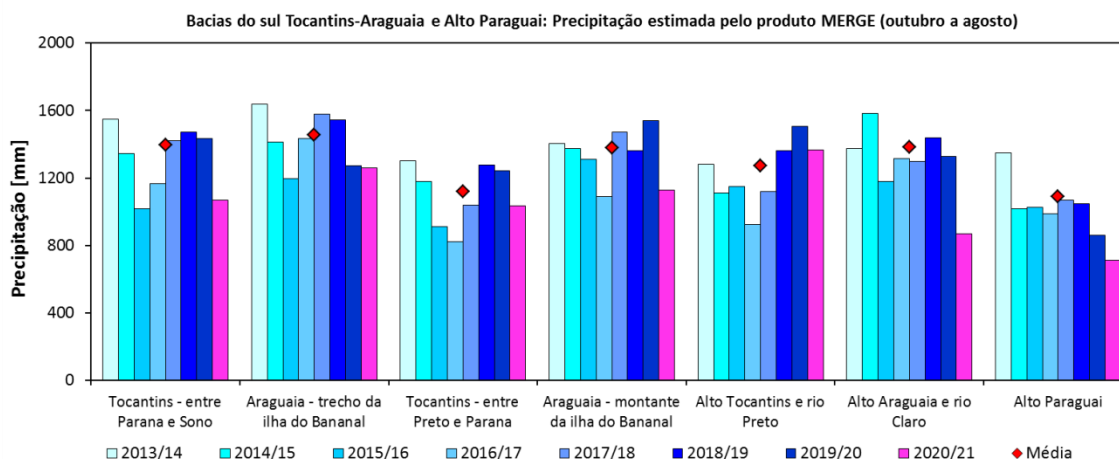


Figura 12. Histogramas com as precipitações estimadas pelo MERGE do ano hidrológico atual (coluna rosa) e dos últimos sete anos hidrológicos (tons de azul) com a média do período (ponto vermelho) para a as regiões do Sul Tocantins-Araguaia e Alto Paraguai. Período entre outubro e agosto.

3.3.2 Mês atual

Nas Figura 13 e Tabela 9 estão apresentadas a precipitação em agosto de 2021 e a sua comparação com a média para as regiões do Sul Tocantins-Araguaia. Nesta região a precipitação mensal foi abaixo da média em todas as bacias, com as maiores anomalias de precipitação ocorrerem Alto Araguaia e rio Claro e Araguaia – montante da ilha do Bananal. Na região, os maiores acumulados ocorreram no Alto Tocantins e rio Preto. Nas Figura 14 e Tabela 9 estão apresentadas a precipitação em agosto de 2021 e a sua comparação com a média para as regiões do Alto Paraguai. Nela, a precipitação em agosto de 2021 também ficou abaixo da média, com uma anomalia negativa de 8 mm. Desta região, os maiores acumulados ocorreram em sua porção sul.

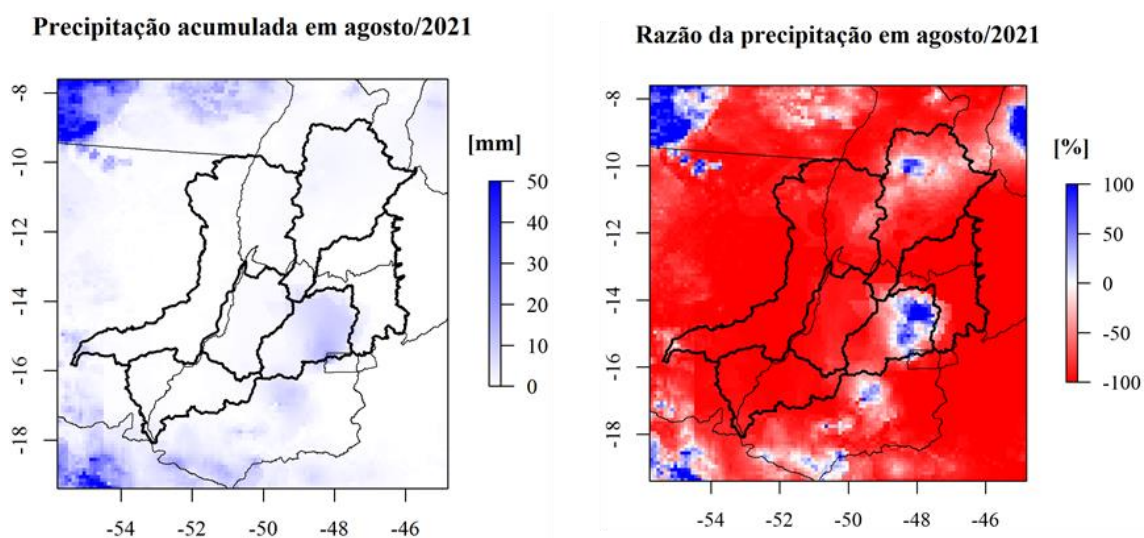


Figura 13. Mapas da precipitação acumulada em agosto de 2021 (lado esquerdo) e de sua relação com a média para o período (lado direito) para a região Sul Tocantins-Araguaia. Limites

das bacias (linhas espessas) e limites estaduais (linhas finas) estão plotados nos mapas. No eixo das abcissas está apresentada a longitude e nas ordenadas a latitude.

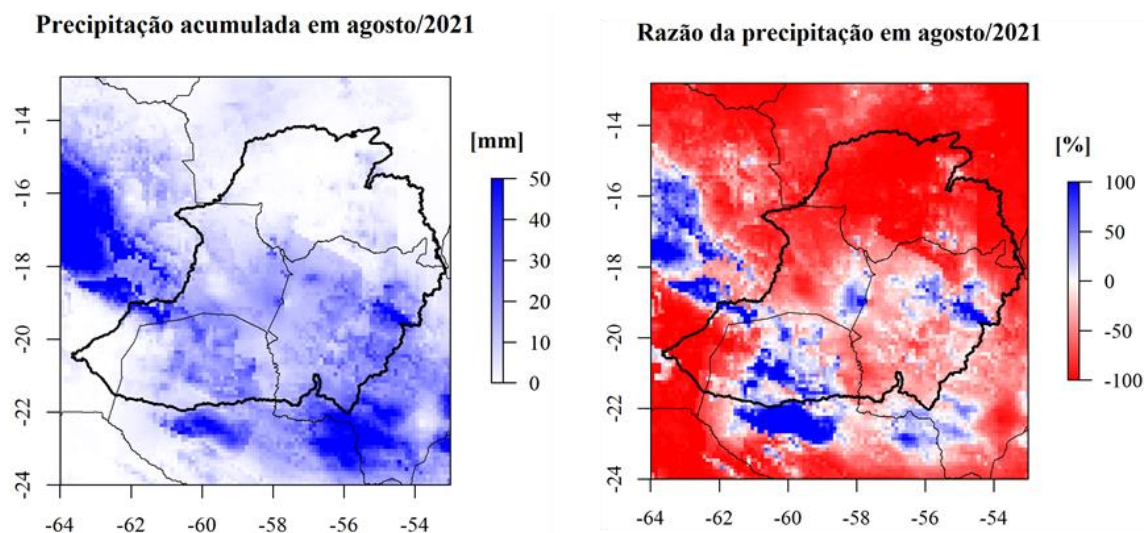


Figura 14. Mapas da precipitação acumulada em agosto de 2021 (lado esquerdo) e de sua relação com a média para o período (lado direito) para a Bacia do Alto Paraguai. Limites das bacias (linhas espessas) e limites estaduais (linhas finas) estão plotados nos mapas. No eixo das abcissas está apresentada a longitude e nas ordenadas a latitude.

Tabela 9. Comparação da precipitação estimada do produto MERGE em agosto de 2021 para as regiões Sul do Tocantins-Araguaia e Bacia do Alto Paraguai. 1ª coluna: Bacia. 2ª coluna: precipitação média do período. 3ª coluna: precipitação no ano hidrológico atual. 4ª coluna: diferença da precipitação do mês atual com a média.

Bacias	P média [mm]	P (ago/2021) [mm]	Diferença [mm]
Tocantins - entre Parana e Sono	3	1	-2
Araguaia - trecho ilha do Bananal	4	0	-4
Tocantins - entre Preto e Parana	4	0	-4
Araguaia - mont. do Bananal	8	1	-7
Alto Tocantins e rio Preto	8	5	-3
Alto Araguaia e rio Claro	8	0	-8
Alto Paraguai	19	11	-8

3.4 Áreas de drenagem das UHE's

Nesta seção estão apresentadas as análises das precipitações nas áreas de drenagem das quatro (4) UHE's selecionadas para o ano hidrológico 2020/2021.

3.4.1 Ano hidrológico

Observa-se que a precipitação no ano hidrológico atual está acima da média apenas na área de drenagem da UHE Serra da Mesa, com um acumulado 6% acima da média do período (Tabela 10). Nas áreas de drenagem das UHE's Emborcação e Furnas a precipitação no ano hidrológico atual está menos que 10% inferior à média, enquanto que a da UHE Nova Ponte é a mais seca, com uma precipitação mais de 24% inferior à média.

Tabela 10. Comparação da precipitação estimada do produto MERGE entre outubro de 2020 e agosto de 2021 para as áreas de drenagem das UHE's. 1ª coluna: Bacia. 2ª coluna: precipitação média do período. 3ª coluna: precipitação no ano hidrológico atual. 4ª coluna: relação da precipitação no ano hidrológico atual com a média.

Bacias	P média [mm]	P (out/2020 a ago/2021) [mm]	Relação da precipitação
UHE Serra da Mesa	1286	1360	+5,7%
UHE Nova Ponte	1390	1045	-24,8%
UHE Emborcação	1230	1139	-7,4%
UHE Furnas	1240	1132	-8,7%

Na comparação com os oito (8) anos hidrológicos anteriores (Figura 15), constata-se que a precipitação na área de drenagem de Nova Ponte em 2020/2021 é próxima à mínima. De forma geral, os períodos de 2018/2019 e 2019/2020 foram similares ou superiores à média, enquanto que os anos hidrológicos entre 2013/2014 e 2017/2018 foram similares ou inferiores à média.

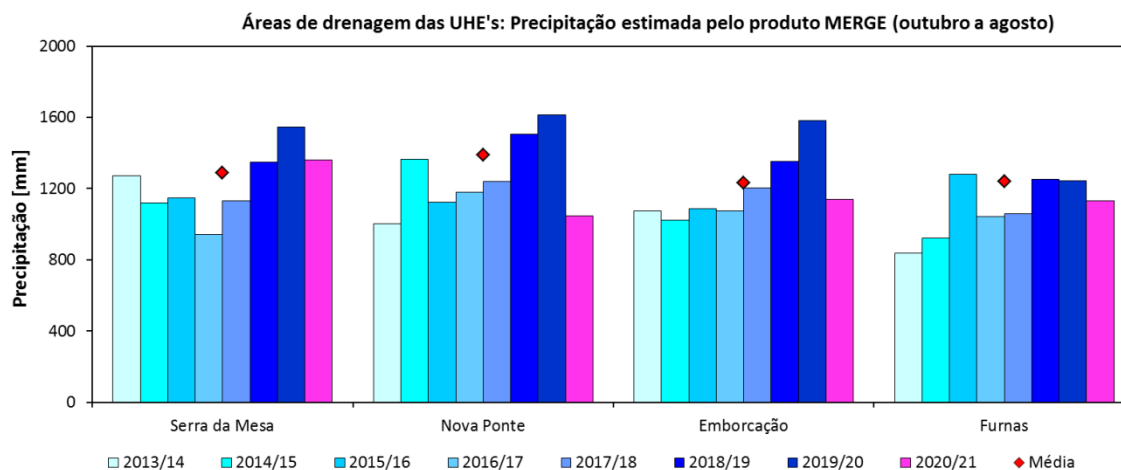


Figura 15. Histogramas com as precipitações estimadas pelo MERGE do ano hidrológico atual (coluna rosa) e dos últimos sete anos hidrológicos (tons de azul) com a média do período (ponto vermelho) para as áreas de drenagem das UHE's. Período entre outubro e agosto.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo contempla análises das precipitações em bacias hidrográficas localizadas nas regiões Sudeste, Centro-Oeste, Norte e Nordeste do Brasil. Os dados foram atualizados até agosto de 2021. Abaixo estão listadas as principais observações para cada região.

Bacias do Alto Paraná e de MG:

- a) Em quinze (15) bacias, a precipitação no ano hidrológico 2020/2021 está abaixo da média. Destas, em apenas duas (2) a precipitação no ano hidrológico atual é menos que 5% abaixo da média: Velhas; São Francisco – Calha. A única bacia em que a precipitação não está abaixo da média do período é a do Paraíba do Sul.
- b) Em seis (6) bacias a precipitação no ano hidrológico 2020/2021 está entre 10% e 20% inferior à média: Itapemirim e outros, Doce, Paracatu, Paranaíba, Jequitinhonha e Verde Grande.
- c) Em seis (6) bacias a precipitação no ano hidrológico 2020/2021 está mais de 20% inferior à média: rio Pardo e outros; Grande; São Mateus, Mucuri e outros; Urucuia; Caririnha, Corrente e outros; Grande, Paramirim e outros.
- d) Em três (3) bacias a precipitação no ano hidrológico 2020/2021 é a mínima desde 2000/2001: Paranaíba, Urucuia; Grande Paramirim e outros.
- e) Em agosto de 2021, os maiores volumes de precipitação ocorreram próximo ao litoral. Apenas nas bacias do Paraíba do Sul e Itapemirim e outros a precipitação foi acima da média mensal.

Bacias do Sul Tocantins-Araguaia

- a) Das seis (6) bacias, cinco (5) estão com a precipitação no ano hidrológico 2020/2021 abaixo da média. A exceção é a bacia do Alto Tocantins e rio Preto.
- b) Em duas (2) bacias a precipitação está mais que 20% inferior à média: Tocantins entre Parana e Sono; Alto Araguaia e rio Claro.
- c) Na bacia do Alto Araguaia e rio Claro a precipitação no ano hidrológico 2020/2021 é a mínima desde 2000/2001, com um acumulado 37% inferior à média.
- d) A precipitação em agosto de 2021 foi abaixo da média para toda a região.

Bacia do Alto Paraguai:

- a) A precipitação no ano hidrológico é a mínima desde 2000/2001, sendo ela 35% abaixo da média.

- b) Na porção norte do Mato Grosso do Sul a precipitação no ano hidrológico atual está significativamente baixa.
- c) A precipitação em agosto de 2021 foi abaixo da média para toda a região, com uma anomalia negativa de 8 mm.

Áreas de drenagem das UHE's:

- a) Das quatro (4) áreas de drenagem, três (3) estão com a precipitação no ano hidrológico 2020/2021 abaixo da média. A exceção é a área de drenagem da UHE Serra da Mesa. A área de drenagem mais seca é a da UHE Nova Ponte, com uma precipitação 25% abaixo da média.

5 REFERÊNCIAS

Huffman, G. J., Bolvin, D. T., Braithwaite, D., Hsu, K., Joyce, Kidd, C., Nelkin, E.J., Sorooshian, S., Tan, J., & Xie, P. (2015). NASA global precipitation measurement (GPM) integrated multi-satellite retrievals for GPM (IMERG). Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD), Version 06.

Marengo, J. A., Nobre, C. A., Seluchi, M. E., Cuartas, A., Alves, L. M., Mendiando, E. M., Obregón, G., & Sampaio, G. (2015). A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. *Revista USP, (106)*, 31-44. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i106p31-44>

Rozante, J. R., Gutierrez, E. R., Fernandes, A. D. A., & Vila, D. A. (2020). Performance of precipitation products obtained from combinations of satellite and surface observations. *International Journal of Remote Sensing, 41(19)*, 7585-7604.

Rozante, J. R., Moreira, D. S., de Gonçalves, L. G. G., & Vila, D. A. (2010). Combining TRMM and surface observations of precipitation: technique and validation over South America. *Weather and forecasting, 25(3)*, 885-894.

ANEXO I – Previsão Climática

PREVISÃO CLIMÁTICA SAZONAL



Cachoeira Paulista – SP, 01 de setembro de 2021

Resumo das Condições Climáticas Atuais

A Figura 1 mostra as anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM), precipitação e temperatura máxima para o mês de julho. A região do Oceano Pacífico equatorial apresentou condições de neutralidade, ainda que com pontos de leve resfriamento na porção central e leve aquecimento na porção leste. Sobre o Atlântico Tropical foram observadas anomalias positivas da TSM, principalmente na parte central e leste, próximo da África, associadas ao enfraquecimento da circulação leste-oeste e impacto no padrão de precipitação sobre a faixa norte do Brasil. Desta forma, o mês de julho registrou chuvas acima da média climatológica em parte da faixa norte do país, em áreas das Regiões Norte e Nordeste. Por outro lado, a porção leste do Nordeste brasileiro, que se encontra em sua estação chuvosa, apresentou chuvas abaixo da média, devido à pouca atividade de distúrbios de leste e do enfraquecimento da circulação leste-oeste. Em parte da faixa central do país, foram observadas chuvas em torno da média, porém esta região se encontra em período de estiagem, quando a média climatológica é baixa. Em áreas do sul da Região Norte e Centro-Sul do Brasil foram registrados valores de precipitação abaixo da média, principalmente entre o RS e SC, associados à atuação do sistema de alta pressão mais intenso do que a média, que predominou durante um período expressivo no mês. As temperaturas máximas em julho apresentaram valores abaixo da média em áreas do Norte, Centro e Sul do país, como reflexo das duas ondas de frio mais intensas deste inverno, uma em cada quinzena do mês. Valores de temperatura máxima acima da média foram observados em áreas do Nordeste, de MS, MT e do RS.

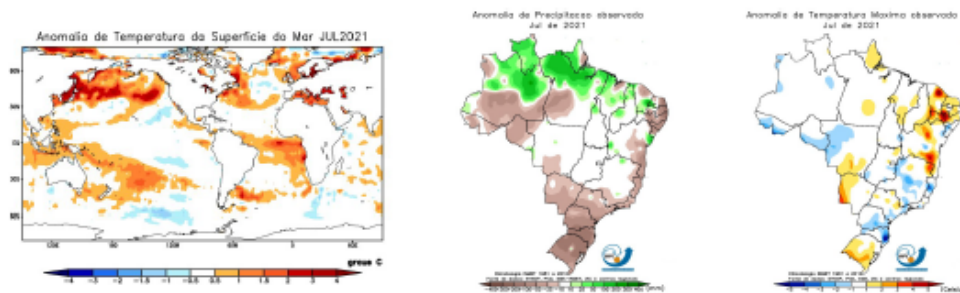
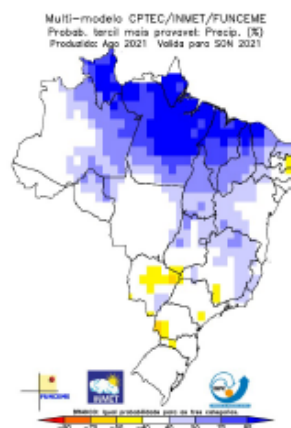


Figura 1. Anomalias de temperatura da superfície do mar, precipitação e temperatura máxima para julho de 2021, da esquerda para a direita, respectivamente.

Previsão Climática para SON 2021

A Figura 2 mostra a previsão probabilística de precipitação em três categorias produzida com o método objetivo (cooperação entre CPTEC/INPE, INMET e FUNCEME), para o trimestre setembro-outubro-novembro (SON) de 2021. A previsão indica maior probabilidade de chuva na categoria acima da faixa normal em parte da faixa norte, centro e leste do Brasil. Em parte do leste do Nordeste, parte de MS, de SP, de MG, do PR e de SC há maior probabilidade para a categoria abaixo da faixa normal. As áreas em branco correspondem à previsão de igual probabilidade para as três categorias. É importante destacar que esta previsão não descarta a ocorrência de eventos expressivos de chuva nas áreas do sul do Brasil. No entanto, o possível desenvolvimento e atuação do fenômeno La Niña poderá gerar condições de déficit de precipitação no final do trimestre em parte do Sul do Brasil. Em relação à temperatura do ar, há maior probabilidade para a categoria acima da faixa normal sobre a parte central e nordeste do Brasil e abaixo da faixa normal em áreas do Norte do Brasil. No Sul e leste do Sudeste, a probabilidade é igual para as três categorias.



Nota: O método objetivo é baseado em uma metodologia de regressão da média aritmética das previsões dos modelos que compõem o conjunto Multi Modelo Nacional (CPTEC/INMET/FUNCEME), que incorpora informação da descreta retrospectiva (1981-2010) das previsões desse conjunto.

Figura 2: Previsão Climática sazonal por tercil (categorias abaixo da faixa normal, dentro da faixa normal e acima da faixa normal), gerada pelo método objetivo (CPTEC/INPE, INMET e FUNCEME). As áreas em branco indicam igual probabilidade para as três categorias.

Rodovia Presidente Dutra, Km 39, 12630-000 Cachoeira Paulista (SP) Brasil tel. +55-12-31869200

ANEXO II – Gráfico das precipitações mensais

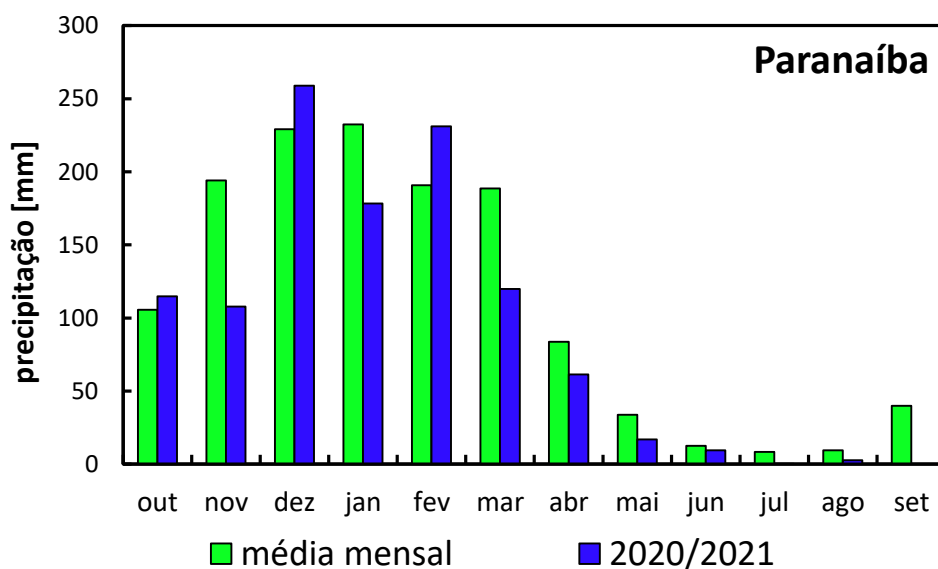


Figura 16. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Paranaíba. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

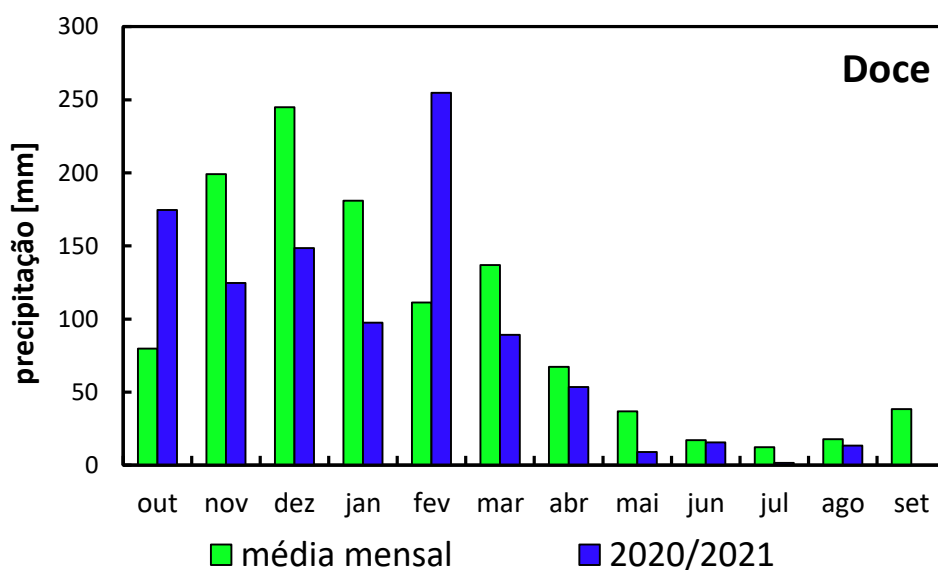


Figura 17. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Doce. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

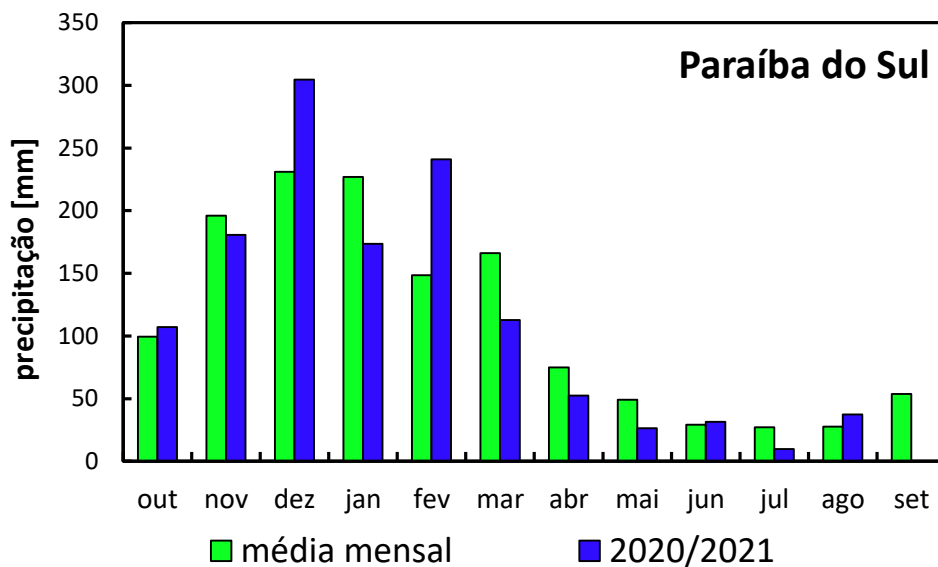


Figura 18. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Paraíba do Sul. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

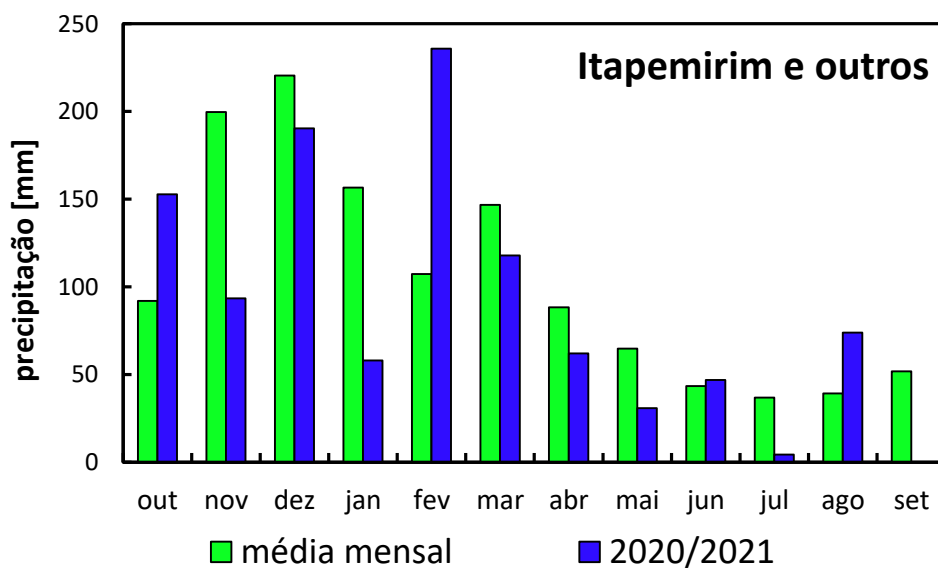


Figura 19. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Itapemirim e outros. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

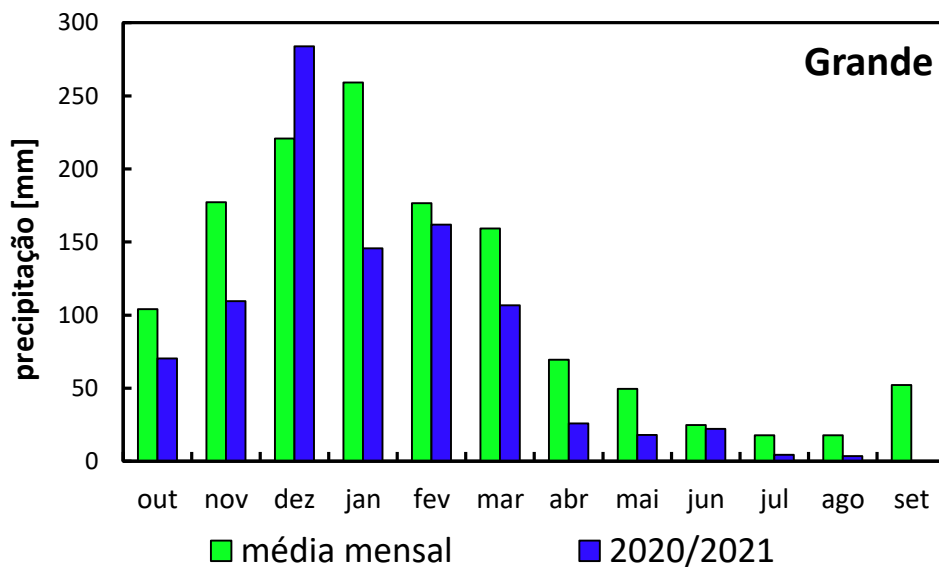


Figura 20. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Grande. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

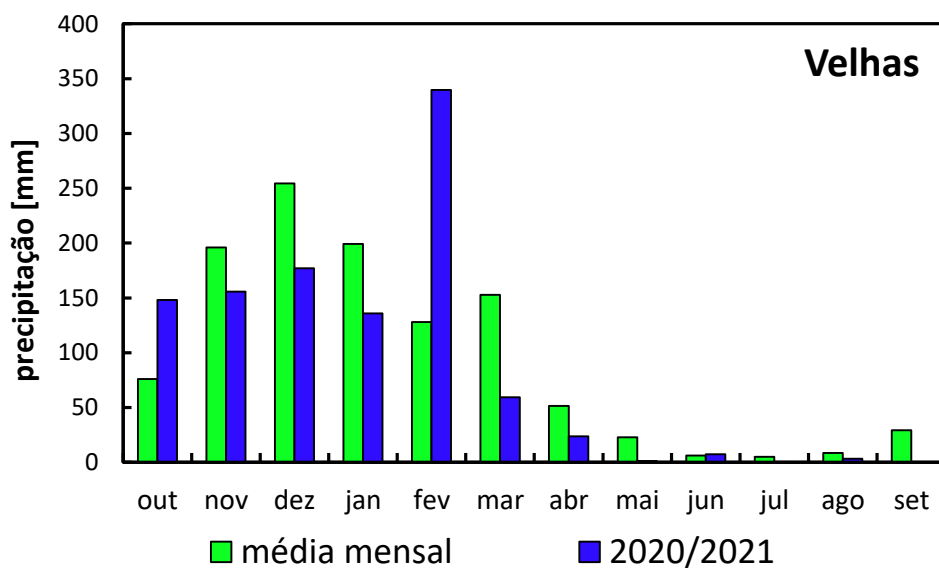


Figura 21. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do das Velhas. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

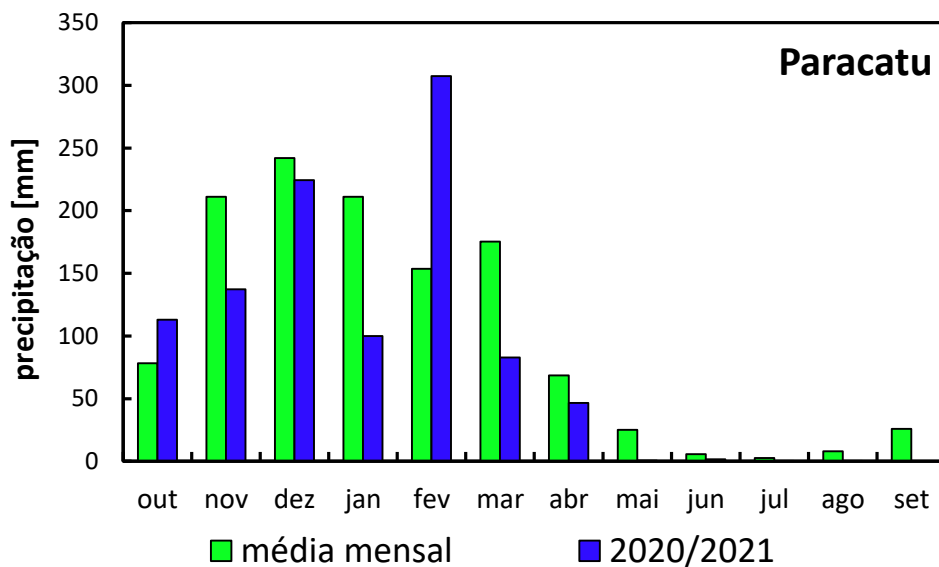


Figura 22. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Paracatu. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

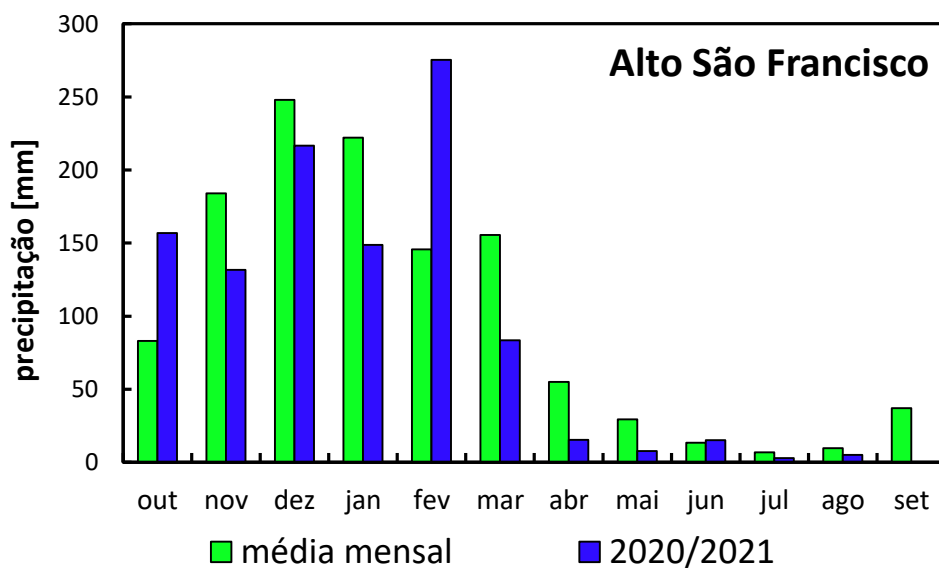


Figura 23. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do Alto São Francisco. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

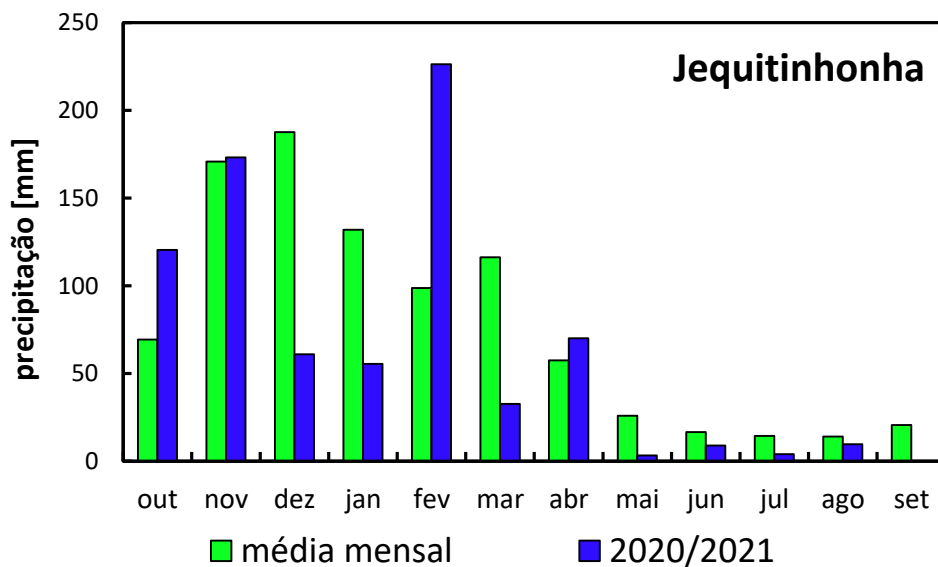


Figura 24. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Jequitinhonha. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

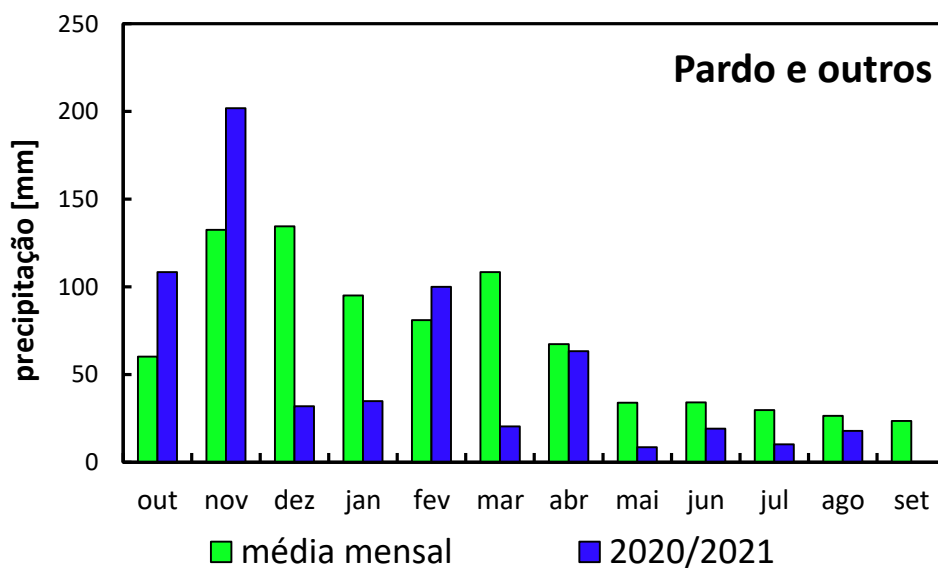


Figura 25. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Pardo e outros. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

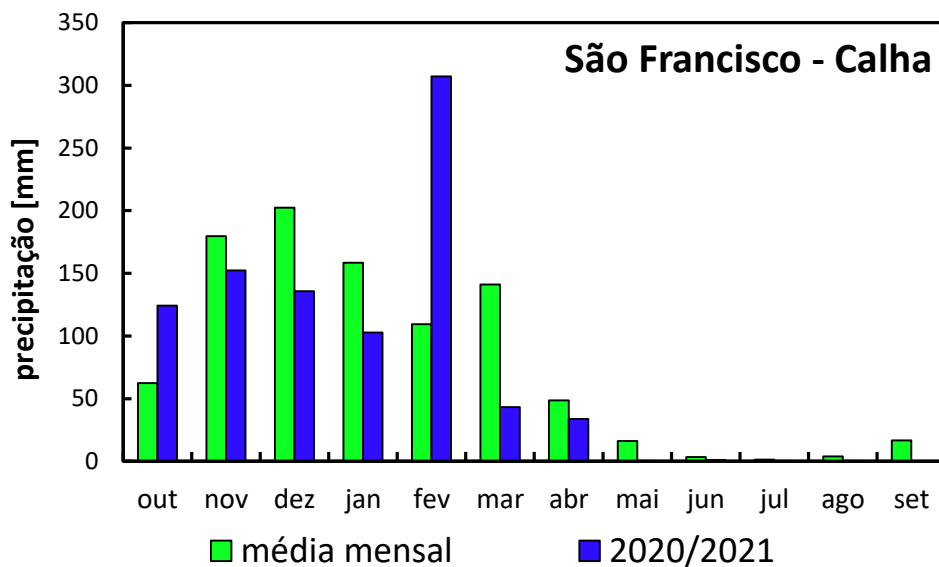


Figura 26. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do São Francisco - Calha. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

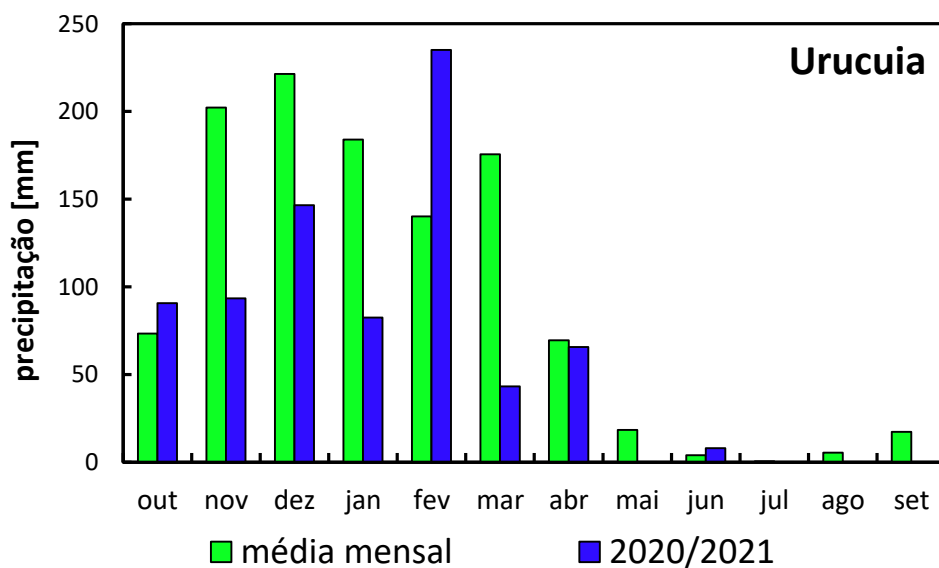


Figura 27. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do Urucua. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

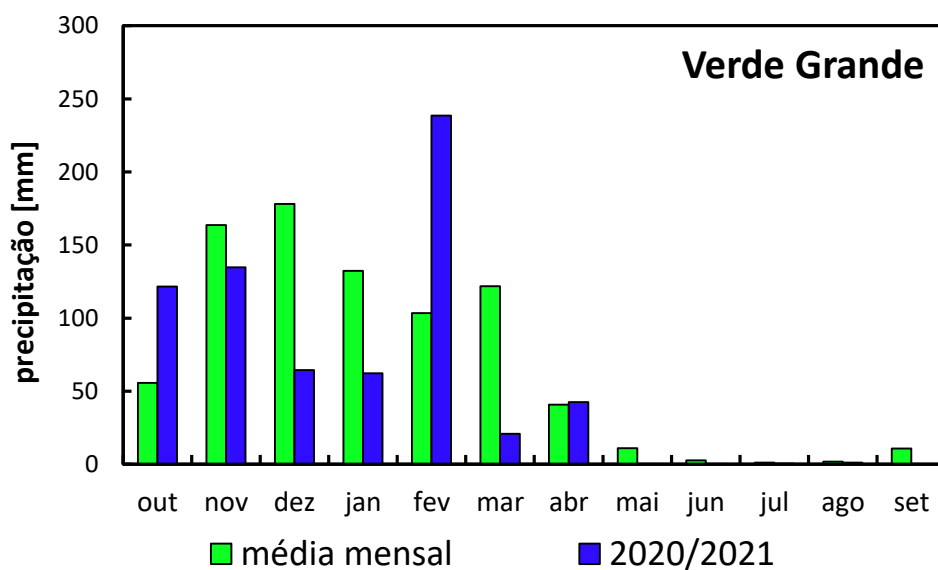


Figura 28. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do Verde Grande. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

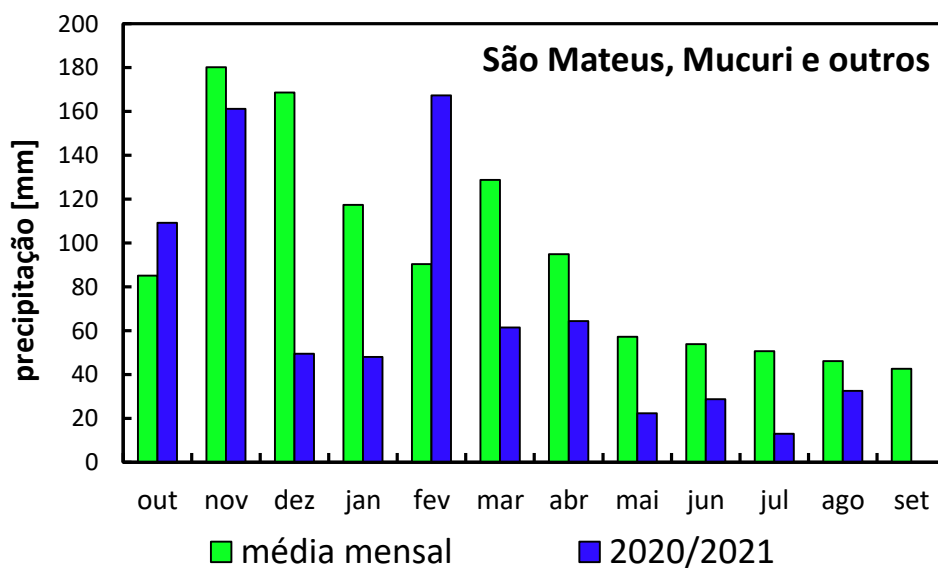


Figura 29. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia dos rios São Mateus, Mucuri e outros. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

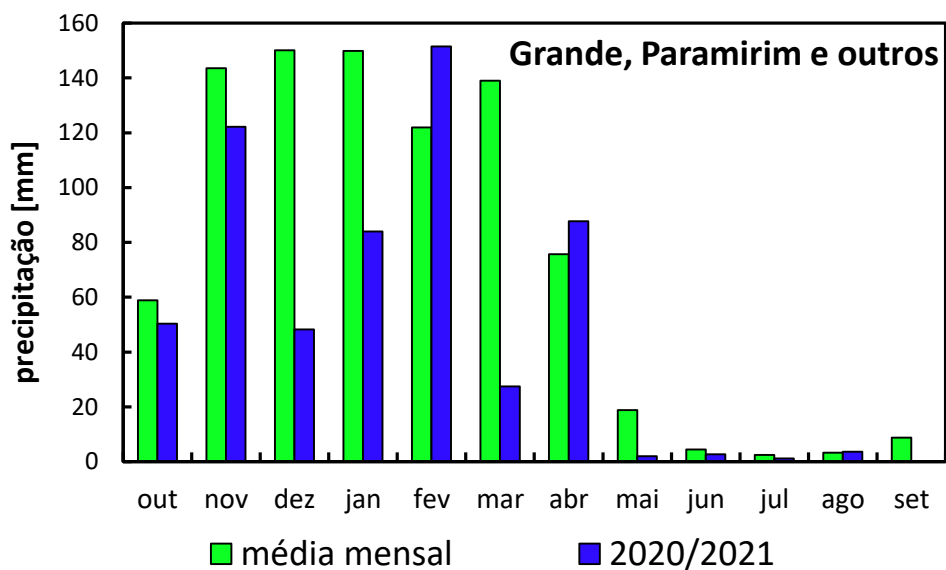


Figura 30. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia dos rios Grande, Paramirim e outros. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

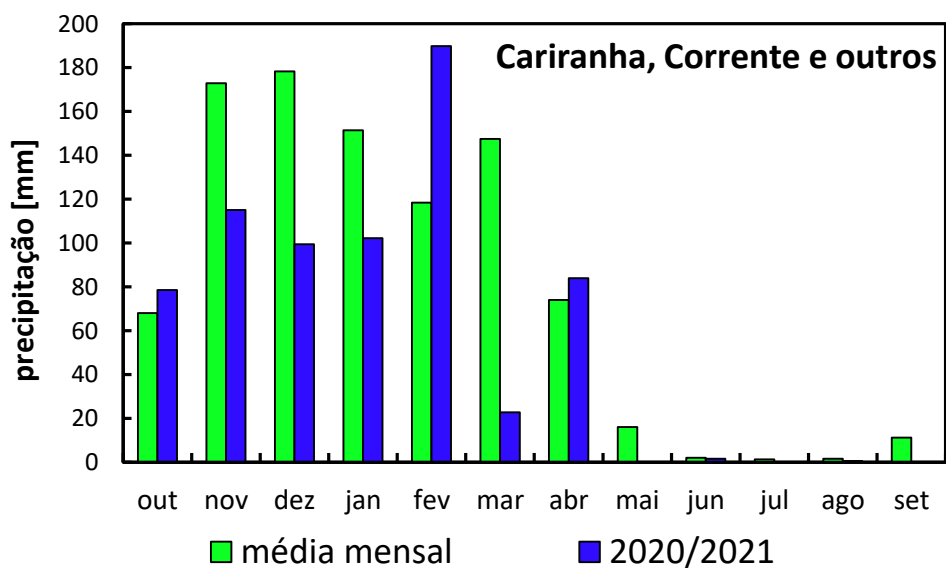


Figura 31. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia dos rios Caririnha, Corrente e outros. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

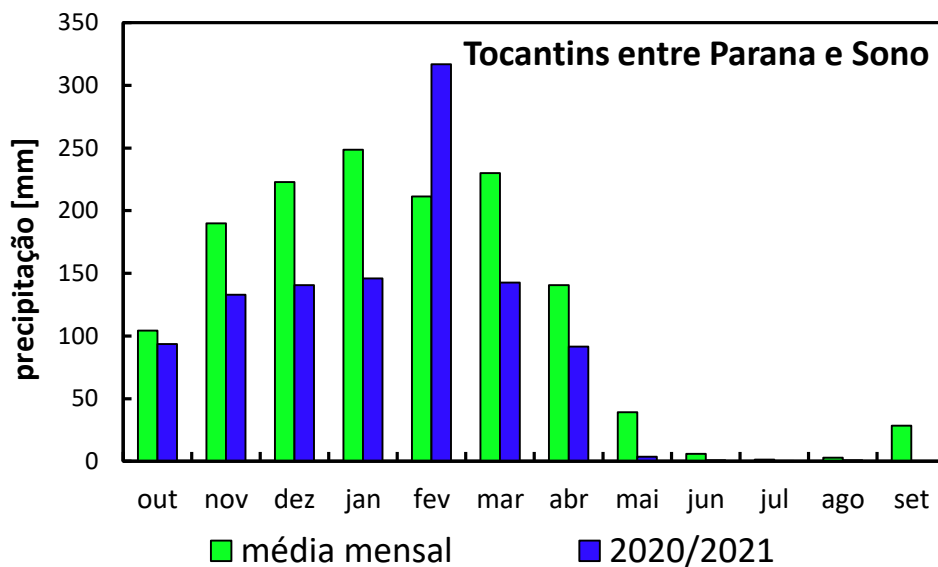


Figura 32. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Tocantins entre Parana e Sono. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

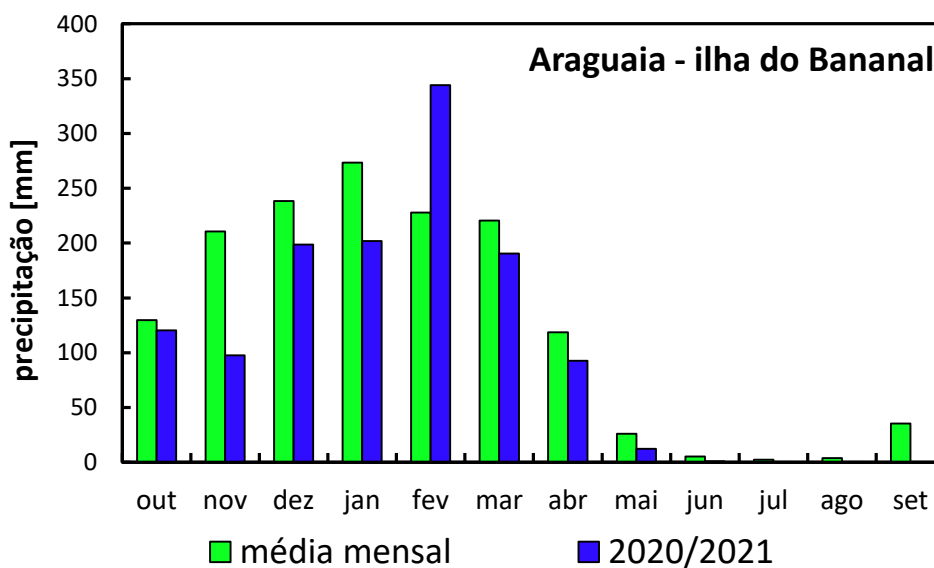


Figura 33. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Araguaia – trecho da Ilha do Bananal. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

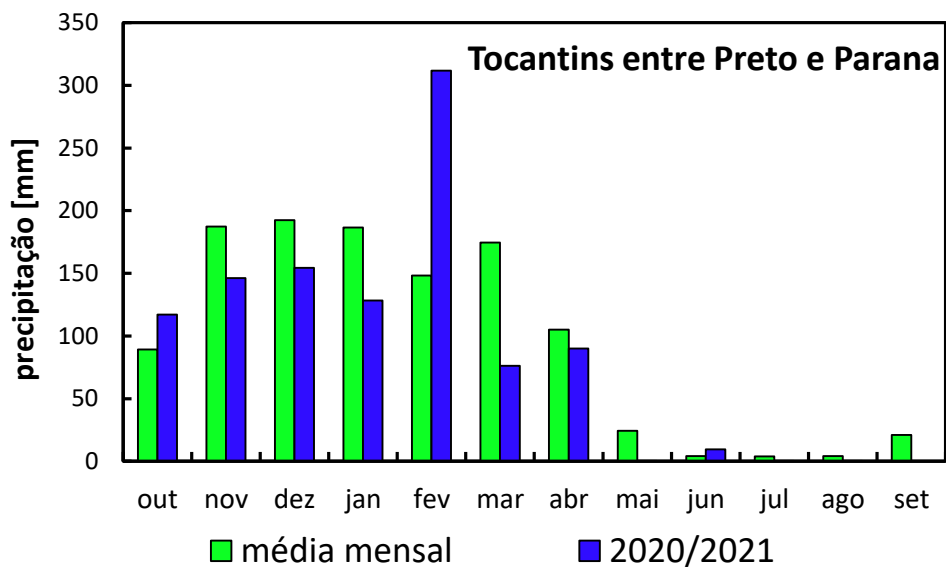


Figura 34. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Tocantins entre Preto e Parana. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

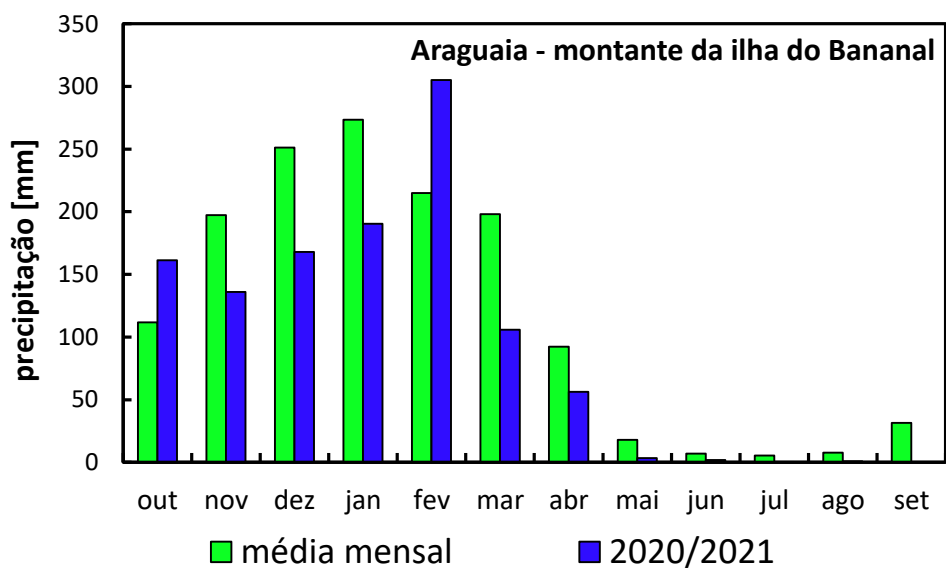


Figura 35. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do rio Araguaia – montante da ilha do Bananal. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

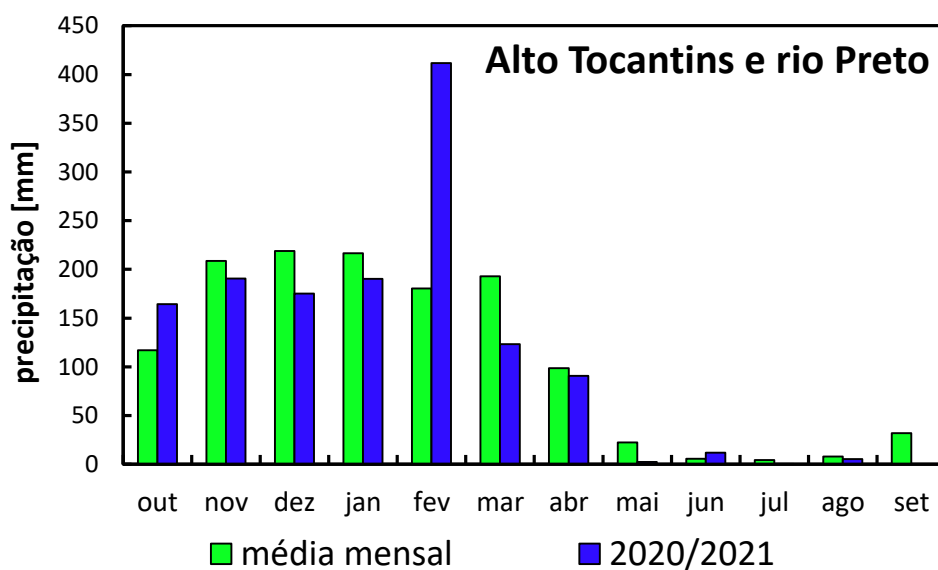


Figura 36. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do Alto Tocantins e rio Preto. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

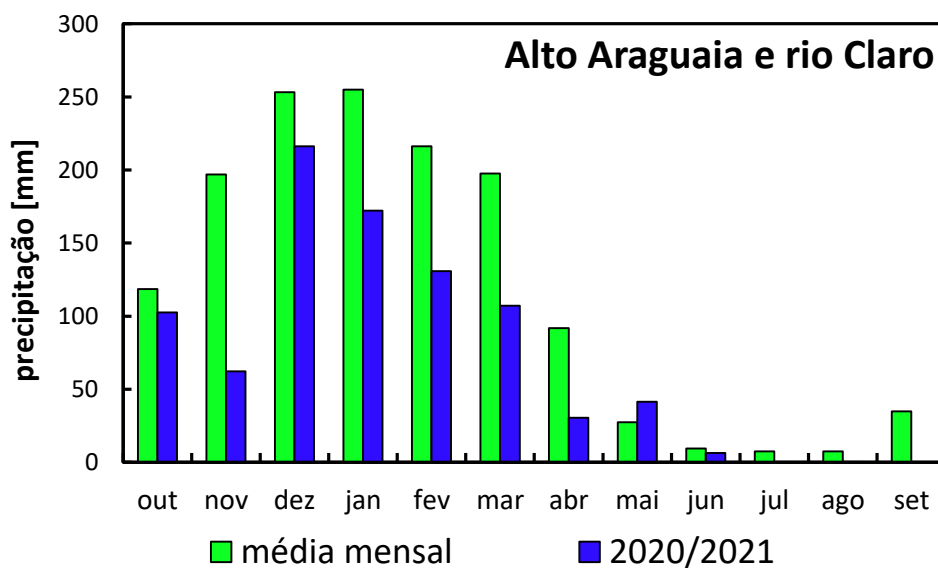


Figura 37. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do Alto Araguaia e rio Claro. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

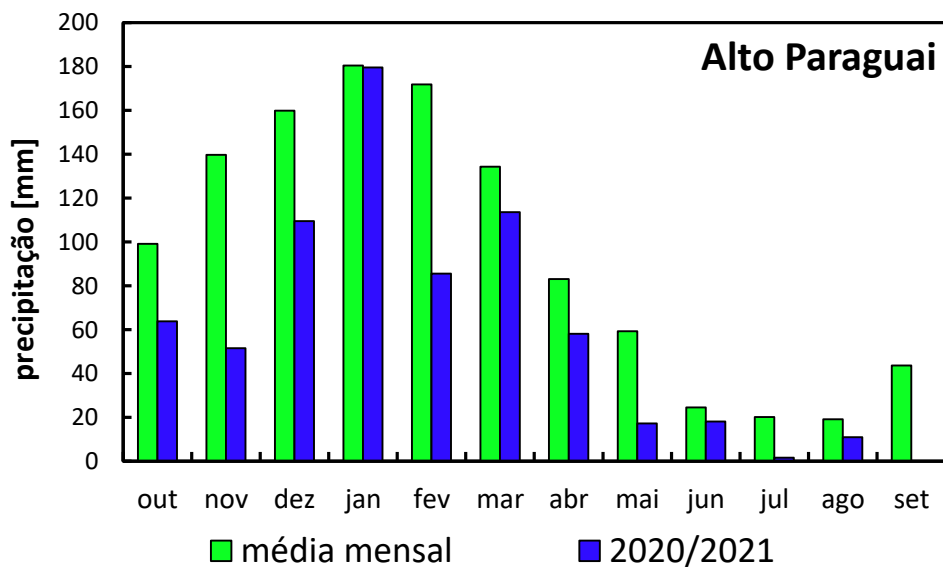


Figura 38. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a bacia do Alto Paraguai. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

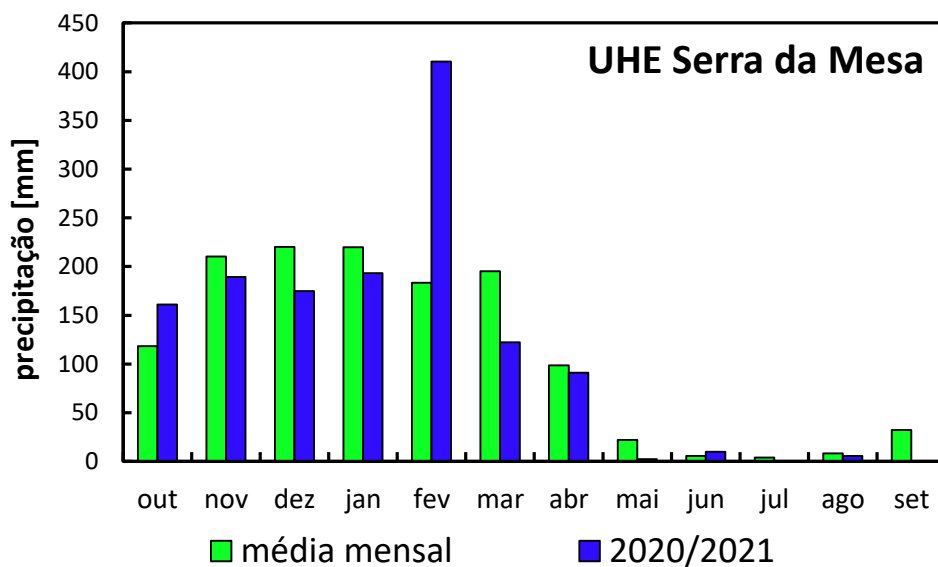


Figura 39. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a área de drenagem da UHE Serra da Mesa. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

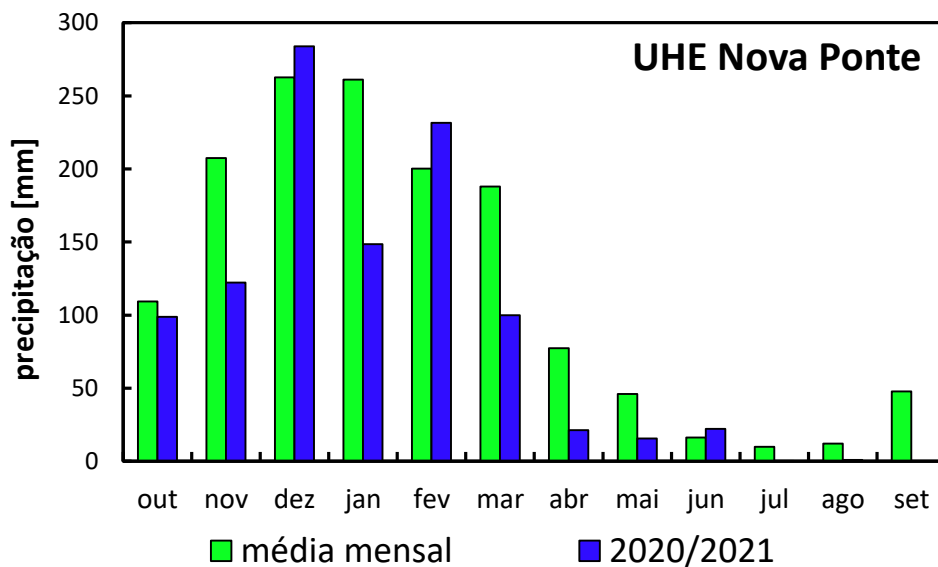


Figura 40. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a área de drenagem da UHE Nova Ponte. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

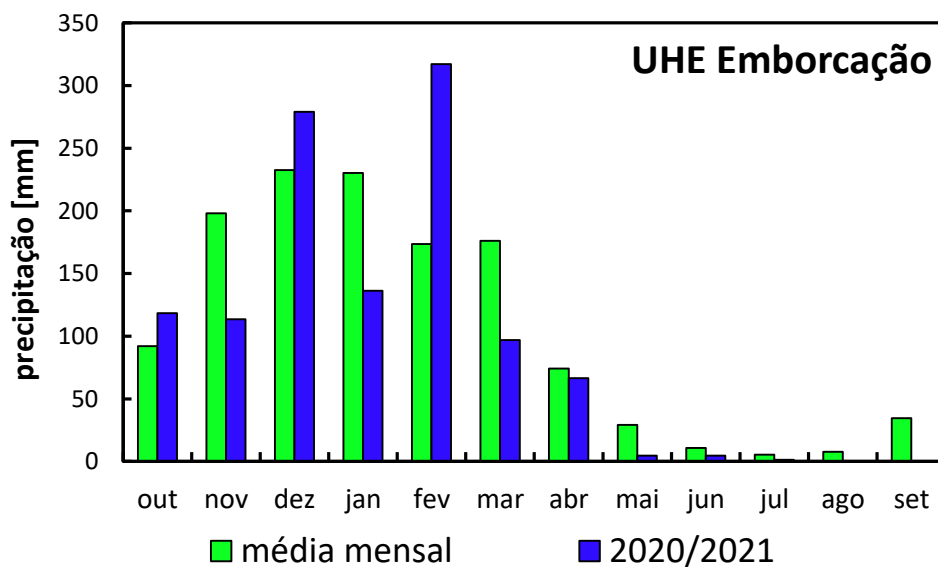


Figura 41. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a área de drenagem da UHE Emborcação. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

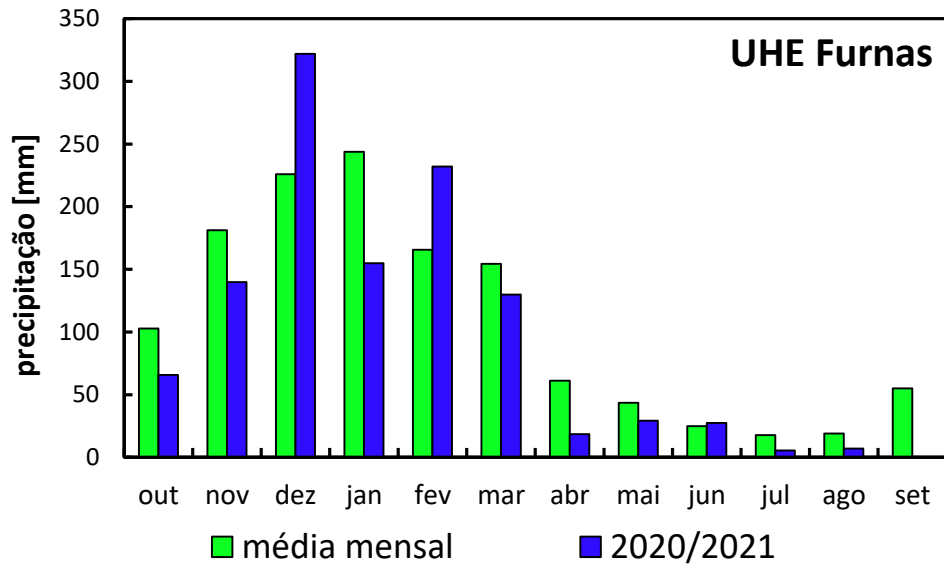


Figura 42. Comparação entre as precipitações mensais no ano hidrológico 2020/21 (barras azuis) e as médias mensais (barras verdes) para a área de drenagem da UHE Furnas. Dados de precipitação do produto MERGE. Dados atualizados em agosto de 2021.

