GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS – UEA

6º BOLETIM DE PROGNÓSTICO SAZONAL HIDROCLIMÁTICO DO AMAZONAS

LABORATÓRIO DE MODELAGEM DO SISTEMA CLIMÁTICO TERRESTRE DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS (LABCLIM / UEA)

Junho, 2024

Equipe técnica

Coordenação geral

Dr. Francis Wagner Silva Correia – Docente do Curso de Meteorologia da UEA

Autores

Dr. Leonardo Alves Vergasta – Meteorologista

Dr. Weslley de Brito Gomes – Meteorologista

Apoio técnico

Gerson Farias Briglia – Analista de Tecnologia da Informação (Data Center)

Contato

Universidade do Estado do Amazonas – UEA

Escola Superior de Tecnologia - EST

Av. Darcy Vargas, 1.200 - Parque Dez de Novembro, Manaus - AM, 69050-020

Francis Wagner - fcorreia@uea.edu.br;

Weslley Gomes - wbg.dcl18@uea.edu.br;

Leonardo Vergasta - lav.dcl18@uea.edu.br;

Gerson Farias -gerson@uea.edu.br

Sumário

APRESENTAÇÃO 4
1. Climatologia da precipitação 5
1.1 Diagnóstico dos oceanos 6
2.1 Prognóstico fenômeno ENOS – El Niño Oscilação Sul 6
3. Diagnóstico climático no Estado do Amazonas 7
3.1 Prognósticoclimático no Estado do Amazonas 9
4. Diagnóstico hidrológico das principais sub-bacia do Amazonas 12
4.1 Prognóstico hidrológico das principais sub-bacia do Amazonas 15
Síntese do prognóstico sazonal hidroclimático 21

APRESENTAÇÃO

O propósito deste boletim é disponibilizar informações hidrometeorológicas atualizadas sobre as principais variáveis que influenciam no padrão hidroclimático no estado do Amazonas. Esses dados têm a finalidade de serem utilizados em diversas áreas, incluindo a navegação, agricultura, transporte, pecuária, gestão de obras, entre outros setores do estado do Amazonas. Para atender a essas necessidades, oferecemos análises diagnósticas a partir observações hidroclimáticas e prognósticos baseados em modelos climáticos e hidrológicos dos principais centros meteorológicos nacionais e internacionais. Abordamos a influência do fenômeno climático El Niño e do aquecimento anômalo do oceano Atlântico Norte, bem como informações relacionadas à precipitação, temperatura, níveis de água (cota) e vazão dos principais rios do estado do Amazonas. O boletim de prognóstico sazonal hidroclimático para o Amazonas é produzido pelo Laboratório de Modelagem do Sistema Climático Terrestre da Universidade do Estado do Amazonas (LABCLIM/UEA).

O LABCLIM corresponde a três Sistemas de Processamento Alto Desempenho “Cluster Computing”, formado pelos Clusters Tambaqui (CPU), Aruanã (CPU) e Jaraqui (GPU). Esses sistemas (clusters) permitem a integração de modelos físicos - matemáticos que representam o sistema climático terrestre e as suas variações em diferentes escalas espaciais e temporais. A aquisição do LABCLIM em 2016, financiado com recursos provenientes da Agência Nacional de Águas (ANA), por intermédio do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), correspondeu a um marco no desenvolvimento de pesquisas científicas nas áreas Ambiental, Hidrologia, Climática, Variabilidade e Mudanças no Clima, entre outros, realizadas por alunos de graduação e pós-graduação na universidade.

Desde a sua implantação, o LABCLIM tem sido fundamental na formação e qualificação de alunos ao nível de graduação (iniciação científica e trabalho de conclusão de curso – TCC) e no apoio ao desenvolvimento de dissertação de mestrado e teses de doutorado por alunos de pós-graduação da Universidade do Estado do Amazonas. Além disso, diferentes projetos de pesquisas vêm utilizando a estrutura computacional do laboratório para a geração e processamento dos dados climáticos e hidrológicos na bacia Amazônica.

.

1. Climatologia da precipitação

A Figura 1 ilustra a climatologia da distribuição espacial da precipitação nos meses de fevereiro, março, abril e maio (FMAM), com base nos dados do produto de precipitação global com uma resolução de 0,1° (MSWEP - Multi-SourceWeighted-Ensemble Precipitation). Neste quadrimestre, os máximos de precipitação (> 180 mm/mês) ocorrem na orientação noroeste-sudeste durante os meses de fevereiro e março, devido à atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Além disso, destaca-se a influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que atinge sua posição mais ao sul em março, quando os máximos de precipitação apresentam uma configuração zonal de leste a oeste, impactando principalmente o norte da Amazônia Oriental. Nos meses de abril e maio, a ZCIT começa a se deslocar para o norte da Amazônia, aumentando os índices pluviométricos nos estados de Roraima, noroeste do Amazonas e Amapá. No entanto, na parte sul da Amazônia, as chuvas tendem a diminuir ao final do quadrimestre, marcando o início da estação seca nessa região.

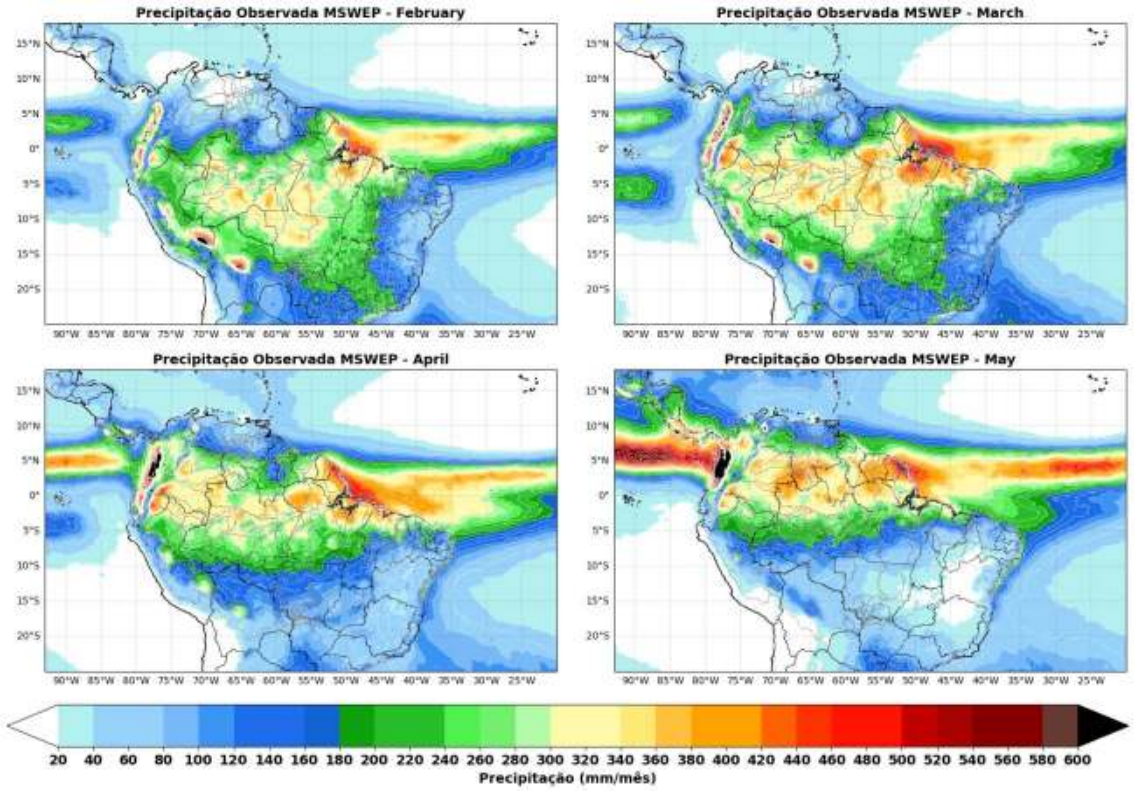

Figura 1. Climatologia de precipitação (mm/mês) na Amazônia entre os anos de 1992 a 2023 com base nos dados do produto de precipitação global (MSWEP).

1.1 Diagnóstico dos oceanos

A Figura 2 ilustra a Anomalia Global Diária da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) de 5 km do NOAA Coral Reef Watch (CRW) em relação à média climatológica. Observam-se águas mais quentes (acima da média) no centro-oeste do Oceano Pacífico Equatorial e o surgimento de águas mais frias na porção centro-leste. Essas condições indicam um padrão de Neutralidade do fenômeno ENOS. Contudo, a anomalias positivas da temperatura da superfície do mar são observadas no Atlântico Tropical (norte e sul) com anomalias mais acentuadas na bacia norte do Atlântico.

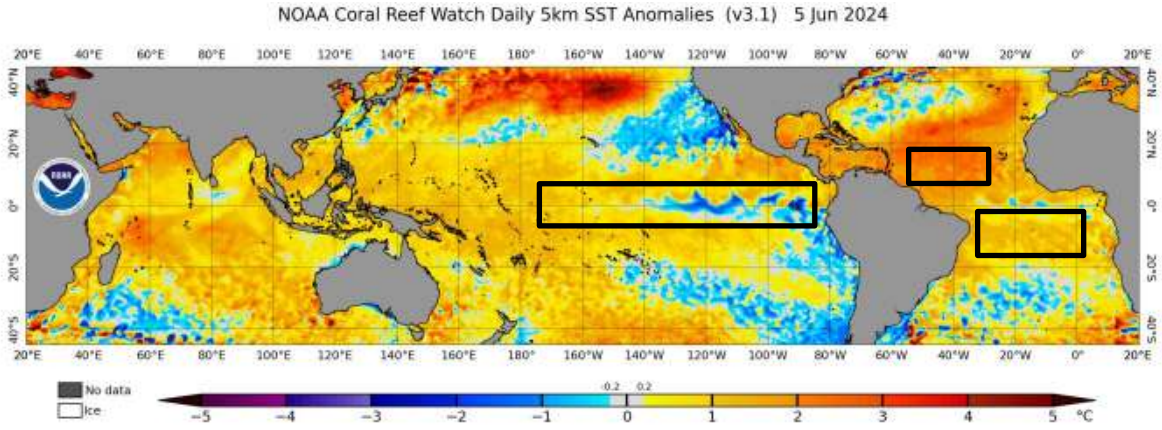

Figura 2. Anomalia Global Diária da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) de 5 km do NOAA Coral Reef Watch (CRW) indica a diferença entre a TSM atual e a média de longo prazo. Fonte dos dados: NOAA Coral Reef Watch. https://coralreefwatch.noaa.gov/product/. Acessado em: 06/06/2024.

2.1 Prognóstico fenômeno ENOS – El Niño Oscilação Sul

A Figura 3 exemplifica as previsões dos modelos dinâmicos e estatísticos dos grandes centros internacionais de previsão climática para a área do El Niño 3.4, abrangendo períodos consecutivos de três meses cada. As previsões indicam um padrão de neutralidade do fenômeno ENSO (El Niño Oscilação Sul) durante o trimestre de junho – agosto (JJA – 2024). Com relação às previsões probabilísticas (figura 4), há uma alta probabilidade de o fenômeno ENOS permanecer no padrão de neutralidade nos trimestres de junho – agosto (JJA) e julho – setembro (JAS). Prevê-se ainda que a La Niña (55%) poderá atuar a partir do trimestre de setembro – novembro (SON), subsequentemente, com probabilidades baixas de atuação na primavera e verão austral.

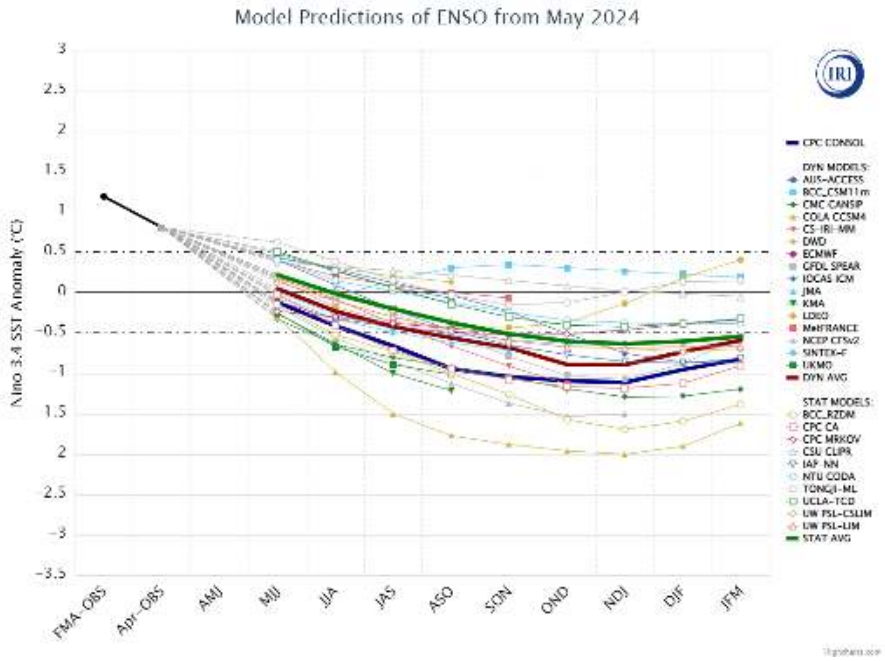

Figura 3. Pluma com o prognóstico dos modelos estatísticos e dinâmicos para a ocorrência do fenômeno ENOS. Dados: http://iri.columbia.edu.

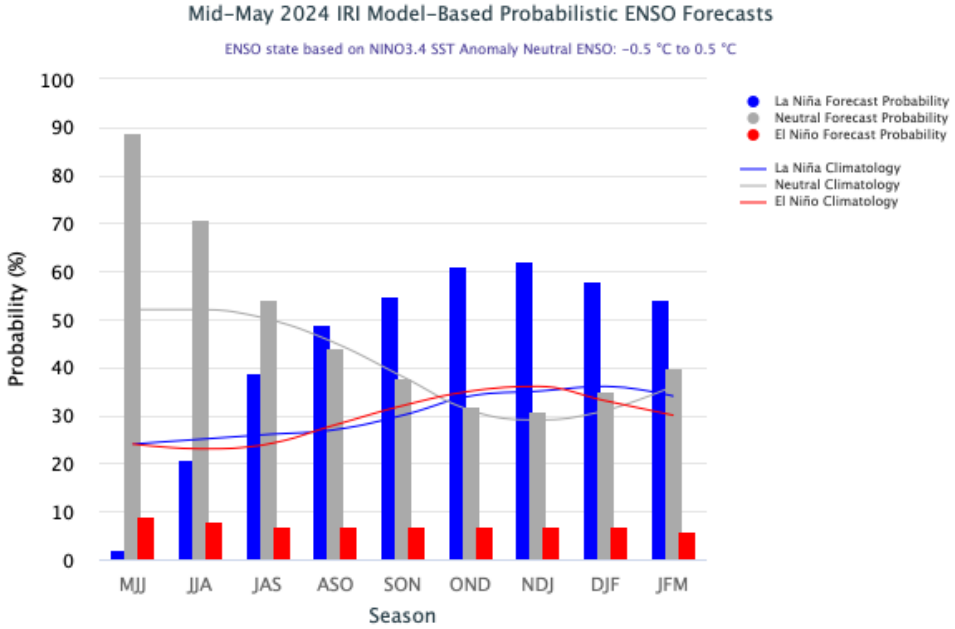

Figura 4. Previsão probabilística baseada em modelos estatísticos e dinâmicos para a ocorrência do fenômeno ENOS. Dados: http://iri.columbia.edu.

3. Diagnóstico climático no Estado do Amazonas

A Figura 5 apresenta as anomalias de precipitação (mm/mês) na bacia Amazônica durante os meses de fevereiro, março, abril e maio de 2024, utilizando os dados do produto de precipitação global (Multi-Source Weighted-Ensemble

Precipitation –MSWEP). No mês de fevereiro, as chuvas acima da média foram predominantemente observadas no sul do estado do Amazonas e no sudoeste da bacia Amazônica, devido à atuação do sistema meteorológico denominado Alta da Bolívia (AB) e de áreas de instabilidade atmosférica associadas à Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Entretanto, na região centro-norte da bacia Amazônica e na região do alto Madeira, as chuvas ficaram abaixo da média climatológica, em parte devido às anomalias positivas de TSM associadas ao El Niño e ao Atlântico Tropical Norte. Nos meses de março e abril, a ZCIT favoreceu chuvas acima da média na faixa centro-oeste da Amazônia e em grande parte da Amazônia Oriental. Em contrapartida, regiões como a bacia do Rio Ucayali (Peru), o alto Rio Madeira e o Rio Branco (RR) presenciaram chuvas abaixo da média. Por fim, no mês de maio, as chuvas ficaram abaixo da média na porção centro-sul da Amazônia, incluindo as bacias dos rios Madeira, Purus e Juruá. Em contrapartida, as chuvas ficaram acima da média na porção norte da bacia Amazônica, associadas à ZCIT.

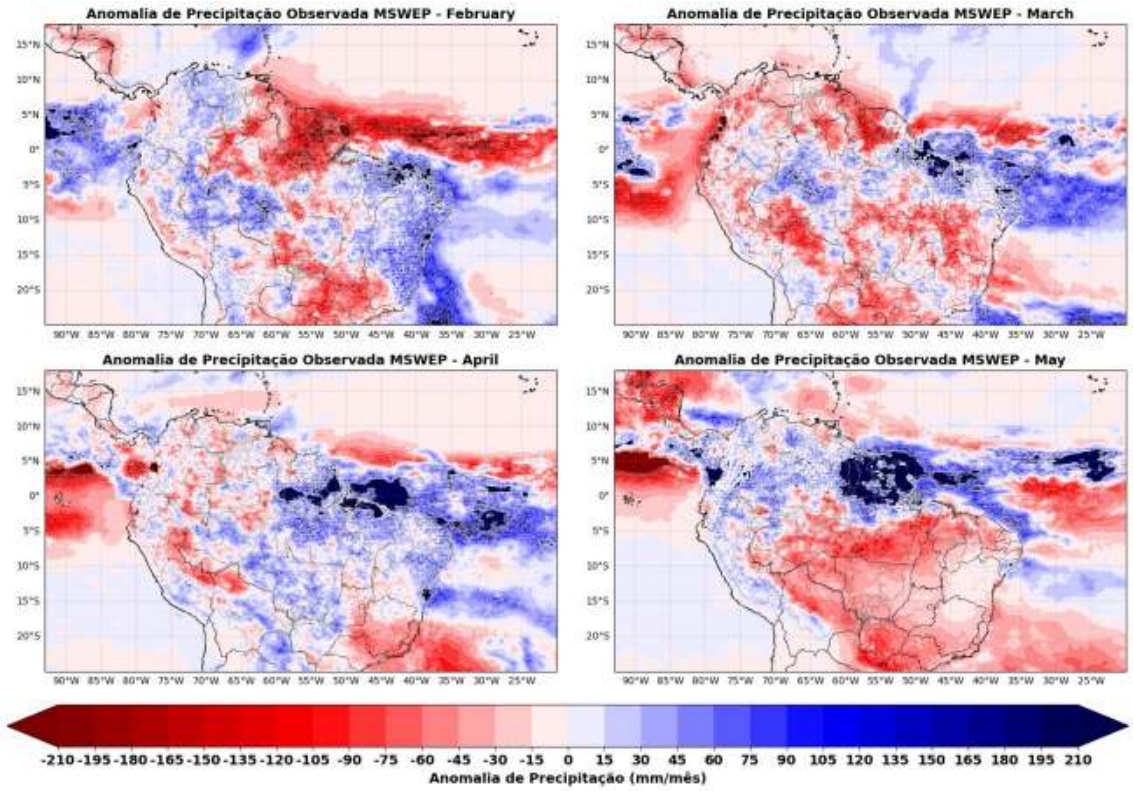

Figura 5. Anomalia de precipitação (mm/mês) na Amazônia para os meses de Fevereiro, Março, Abril e Maio de 2024 provenientes dos dados do produto de precipitação global. Fonte: MSWEP/NCAR.

3.1 Prognósticoclimático no Estado do Amazonas

As previsões das anomalias de precipitação provenientes dos modelos climáticos sazonais do North American Multi-Model Ensemble NMME (Modelos acoplados: NOAA/NCEP, NOAA/GFDL, IRI, NCAR, NASA, and Canada's CMC) e do modelo sazonal do European Centre for Medium-Range WeatherForecasts (ECMWF) são apresentadas nas Figuras 6 e 7, respectivamente, para os meses de junho, julho, agosto e setembro. Ambos os modelos divergem quanto à intensidade e ao posicionamento das anomalias. Todavia, preveem que as chuvas ficarão abaixo da média em grande parte do estado do Amazonas e na faixa centro-sul da bacia Amazônica durante o quadrimestre de junho a setembro (JJAS). No entanto, as chuvas poderão ficar acima da média ou dentro do esperado na faixa que vai do extremo norte do estado do Amazonas até o norte do estado de Roraima.

As previsões das anomalias de temperatura do ar a 2m (ºC) provenientes dos modelos climáticos sazonais do North American Multi-Model Ensemble (NMME)e do modelo sazonal do European Centre for Medium-Range WeatherForecasts (ECMWF) são apresentadas nas Figuras 8 e 9, respectivamente, para os meses de junho, julho, agosto e setembro (JJAS). Ambos os modelos preveem temperaturas acima da média climatológica em toda a bacia Amazônica, especialmente na porção sul, onde as anomalias poderão ser mais acentuadas.

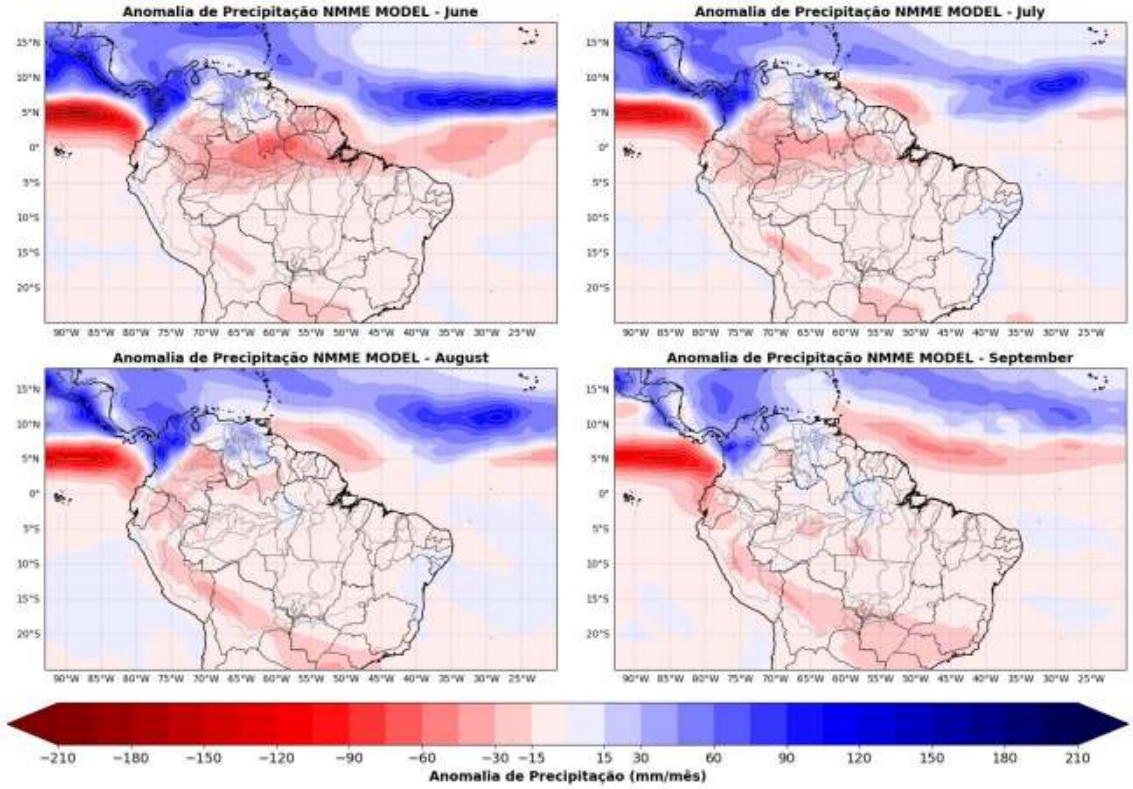

Figura 6. Anomalias de precipitação das previsões sazonais do North American Multi-Model Ensemble (NMME) para os meses de junho a setembro (JJAS). Fonte dos dados: NMME.

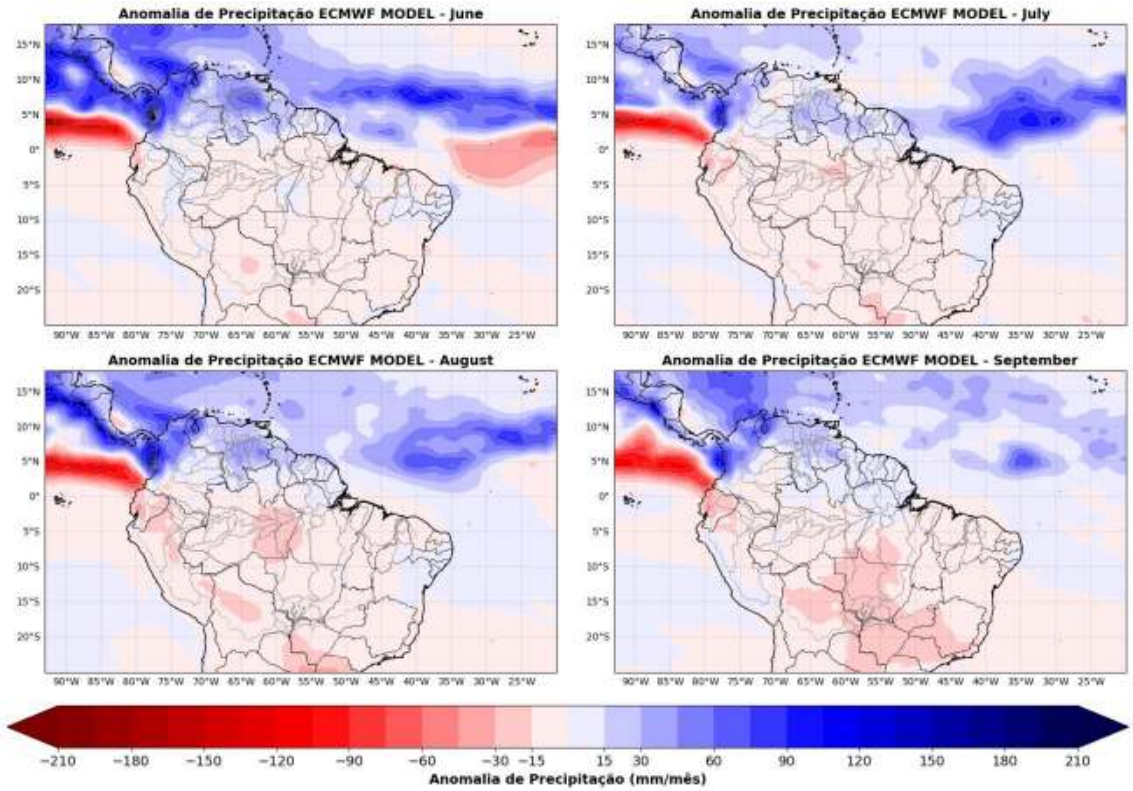

Figura 7.Anomalias de precipitação das previsões sazonais do European Centre for Medium-Range WeatherForecasts (ECMWF) para os meses de junho a setembro (JJAS). Fonte dos dados: ECMWF.

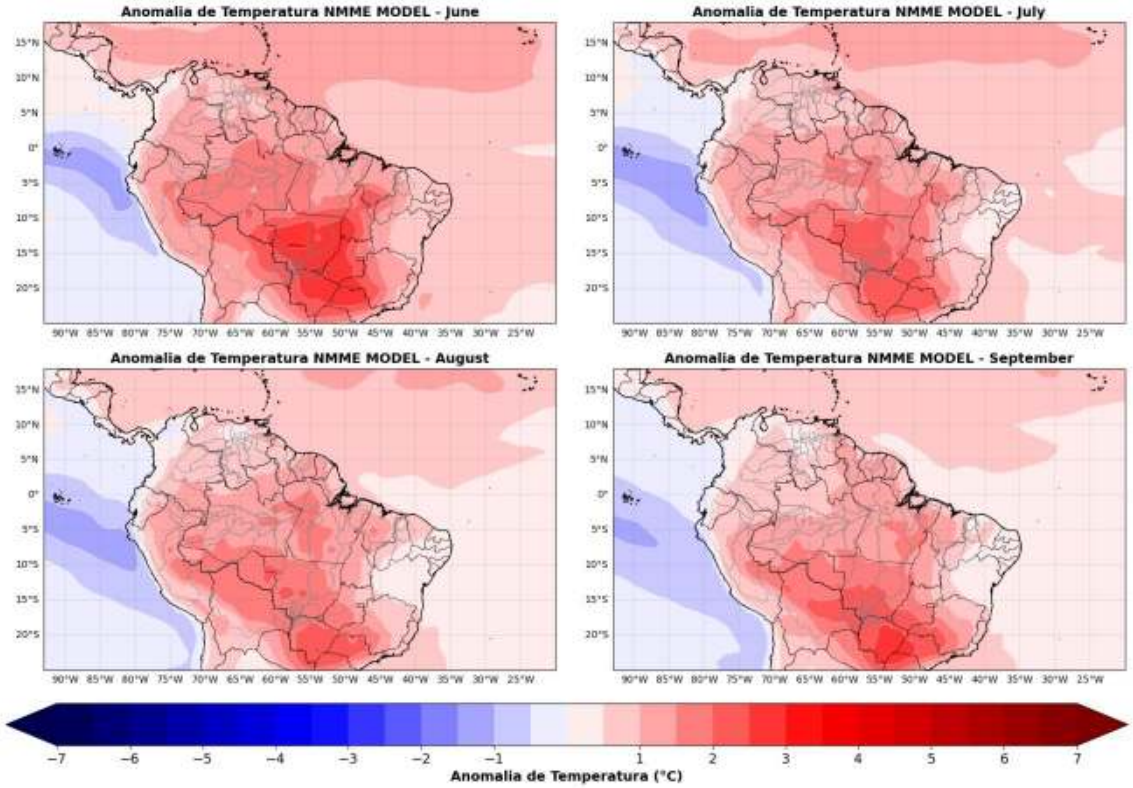

Figura 8.Anomalias de precipitação das previsões sazonais do North American Multi-Model Ensemble (NMME) para os meses de junho a setembro (JJAS). Fonte dos dados: NMME.

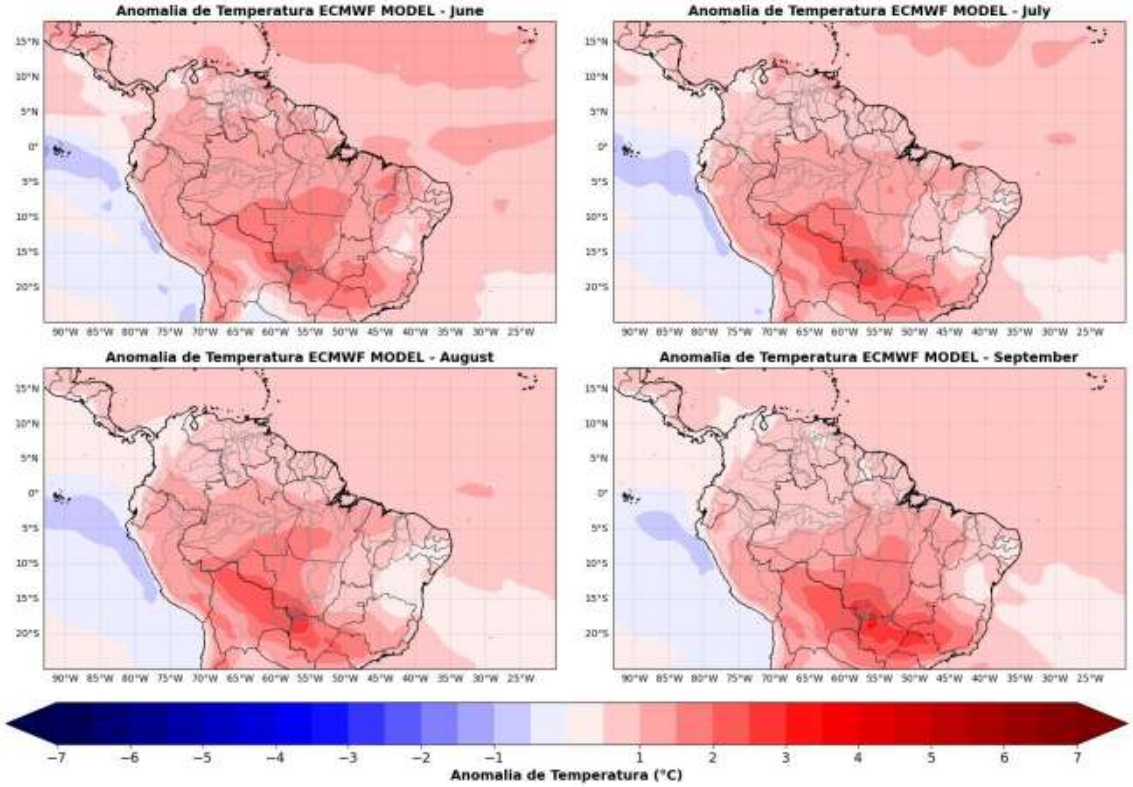

Figura 9.Anomalias de temperatura média do ar (2m) das previsões sazonais do European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) para os meses de junho a setembro (JJAS). Fonte dos dados: NMME.

4. Diagnóstico hidrológico das principais sub-bacia do Amazonas

De acordo com o SGB (Serviço Geológico Brasileiro) o comportamento atual dos níveis dos rios, em comparação aos dados observados nas respectivas séries históricas apresentados nos cotagramas, verifica-se as seguintes situações:

a) Rio Solimões

Nesta semana, o rio Solimões registrou descida em Tabatinga, estabilidade em Fonte Boa e pequenas subidas diárias em Itapéua e Manacapuru. As estações monitoradas desta calha apresentam níveis um pouco abaixo do intervalo de normalidade para a época.

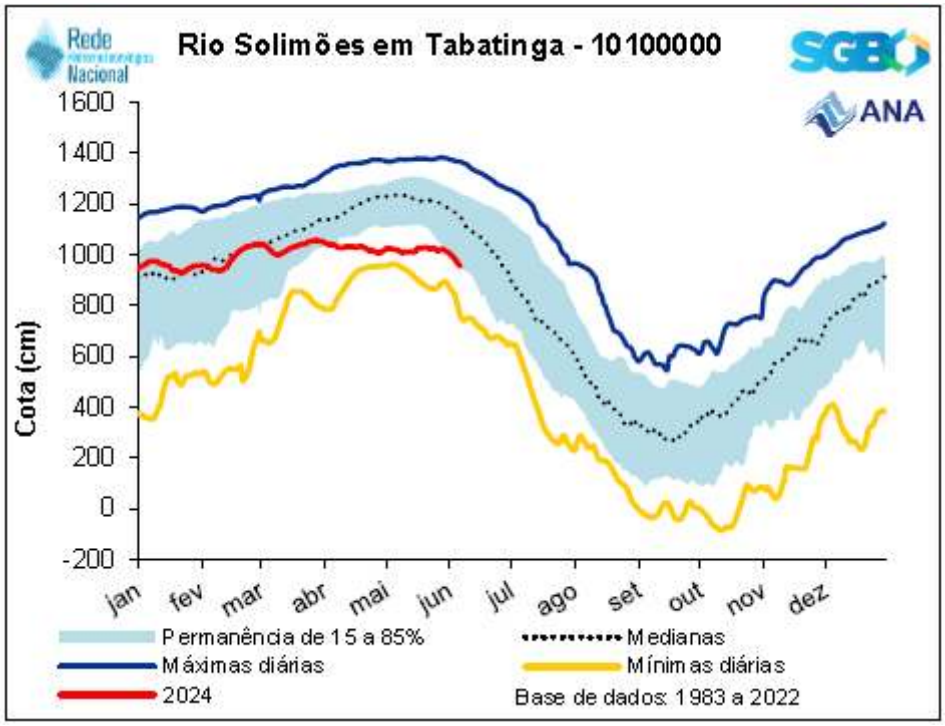

Figura 10. Cotagrama da estação fluviométrica de Tabatinga na bacia do rio Solimões. Fonte: SGB. **Cota em 06/06/2024: 954cm**.

b) **Rio Negro**

As estações monitoradas do rio Negro estão em processo de enchente, subindo com menor intensidade nesta semana. Em Manaus, o rio Negro apresenta níveis dentro da normalidade, com elevações médias diárias de aproximadamente 3 cm.

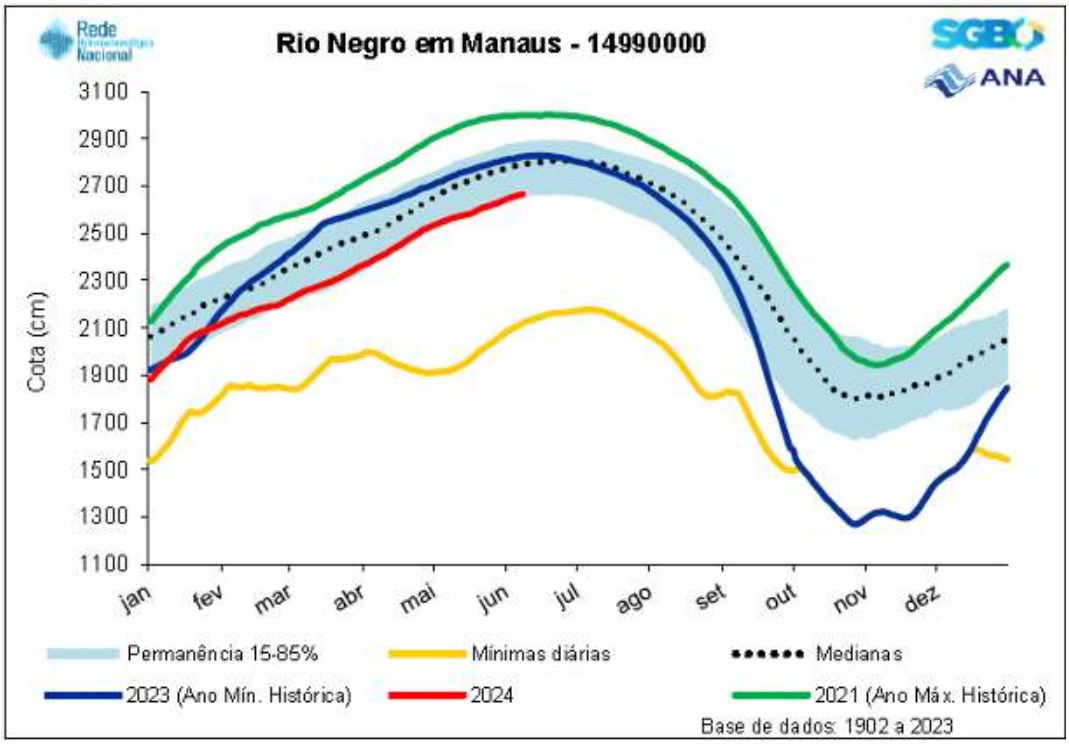

Figura 11. Cotagrama do rio Negro em Manaus. Fonte: SGB. **Cota em 07/06/2024: 2666 cm.**

c) Rio Purus

O rio Acre em Rio Branco apresentou recessão na semana em curso, registrando níveis considerados baixos para a estação. Em Beruri, o rio Purus mostra tendência de estabilidade no processo de enchente, com pequenas subidas diárias.

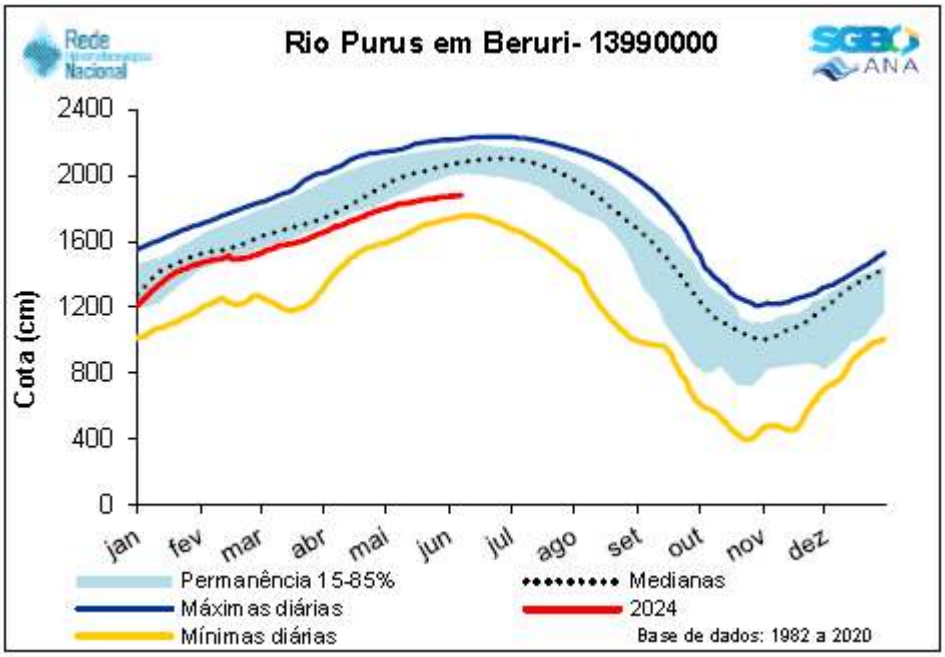

Figura 12. Cotagrama do rio Purus em Beruri. Fonte: SGB. **Cota em 06/06/2024: 1880 cm**

d) Rio Madeira

Ao longo da semana, o rio Madeira registrou descidas em Porto Velho e Humaitá, com níveis abaixo do intervalo de normalidade para o período.

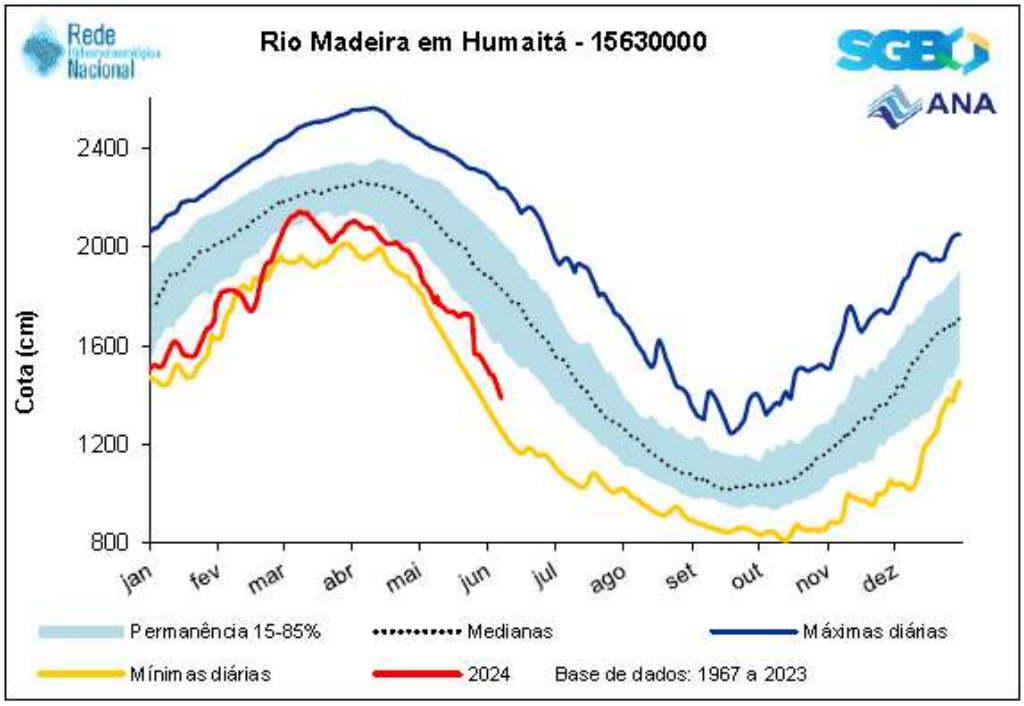

Figura 13. Cotagrama do rio Madeira em Humaitá. Fonte: SGB. **Cota em 06/06/2024: 1387 cm.**

e) Rio Amazonas

Nos últimos dias, o rio Amazonas registrou pequenas elevações em Itacoatiara e mostrou estabilidade no processo de enchente em Parintins e Óbidos, com oscilações em Almeirim e Santarém.

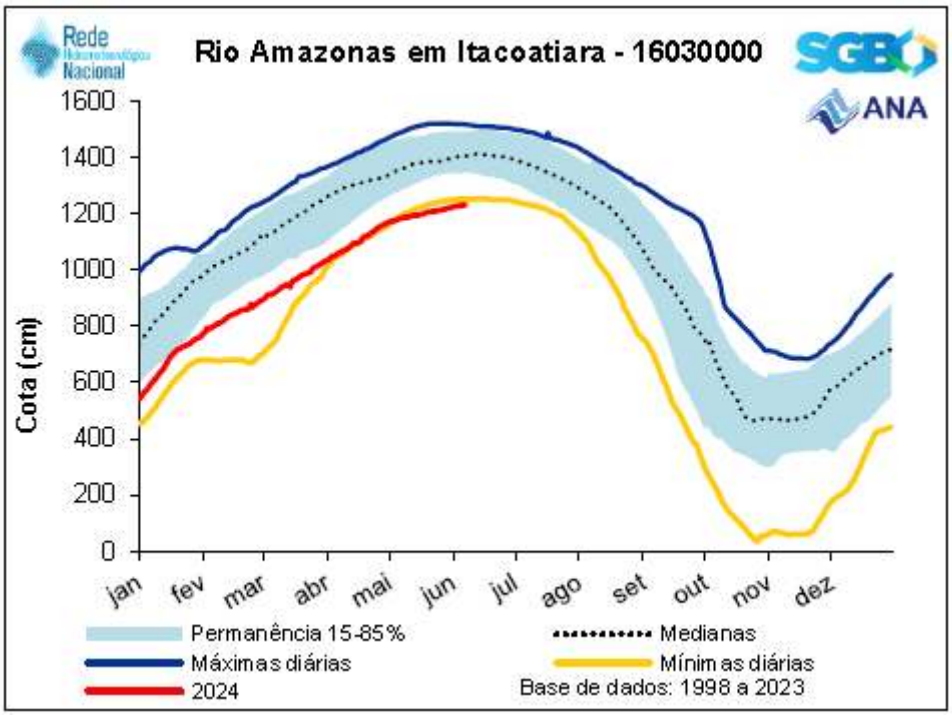

Figura 14. Cotagrama do rio Amazonas em Itacoatiara. Fonte: SGB. **Cota em 07/06/2024: 1231 cm**

4.1 Prognóstico hidrológico das principais sub-bacia do Amazonas

Nesta seção são apresentadas as previsões de um conjunto de dados de vazões produzido com o modelo hidrológico LISFLOOD com uma resolução espacial de 0,05° (~5 km no equador) forçado com as previsões meteorológicas sazonais do Centro Europeu de Previsões Meteorológicas de Médio Prazo (ECMWF) para as principais sub-bacias do estado do Amazonas para os meses de junho, julho, agosto, setembro (JJAS). Em específico para a bacia do rio Madeira são apresentas as previsões de cota (nível) para os próximos quatro meses com o modelo hidrológico MGB-IPH forçado com as previsões sazonais do modelo sazonal ECMWF produzido pelo LABCLIM. https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/provider/provider-cems without?tab=overview.

a) Rio Solimões

As Figuras 15 e 16 exibem as previsões das vazões para as estações de Tabatinga e Manacapuru, respectivamente. Prevê-se para o próximo quadrimestre (junho a setembro - JJAS) que ambas as localidades iniciarão o processo de vazante com volumes abaixo do nível da normalidade.

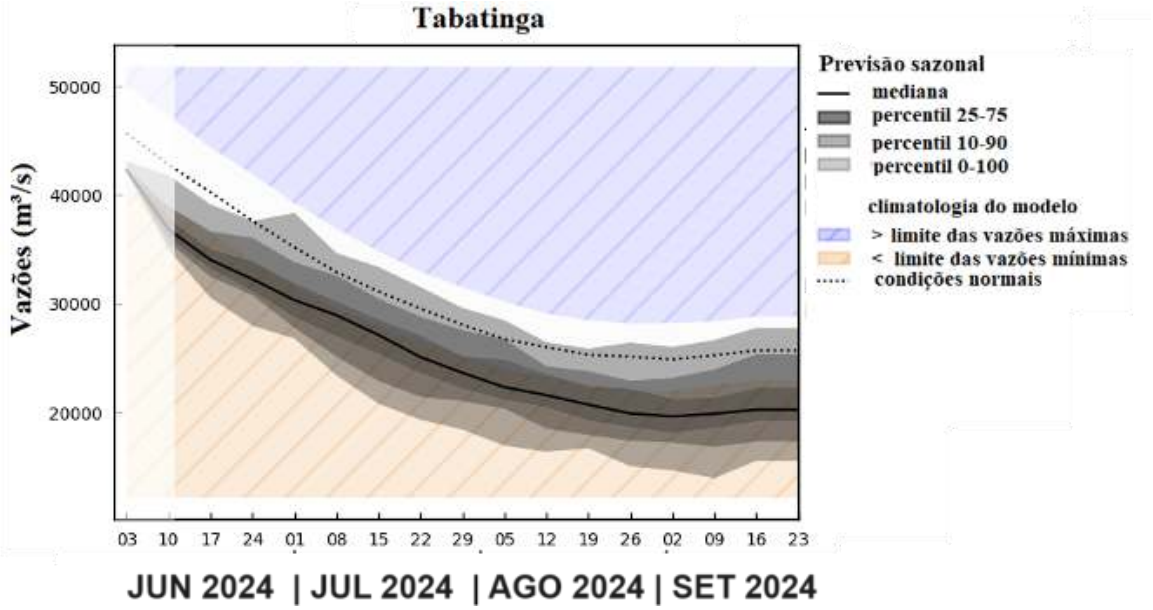

Figura 15. Previsões sazonais das vazões para a estação de Tabatinga com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

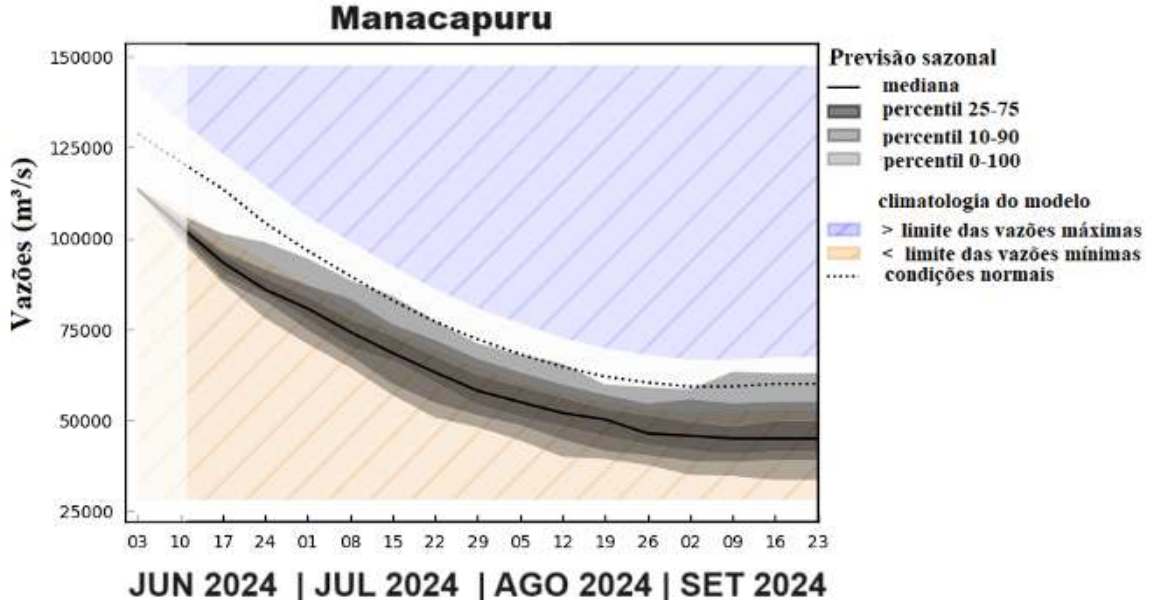

Figura 16. Previsões sazonais das vazões para a estação de Manacapuru com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

b) Rio Negro

As Figuras 17 e 18 exibem as previsões das vazões para as estações de São Gabriel da Cachoeira e Manaus, respectivamente. Para o próximo quadrimestre (junho a setembro - JJAS), prevê-se que ambas as localidades iniciarão o processo de vazante com volumes abaixo ou próximos aos níveis de normalidade.

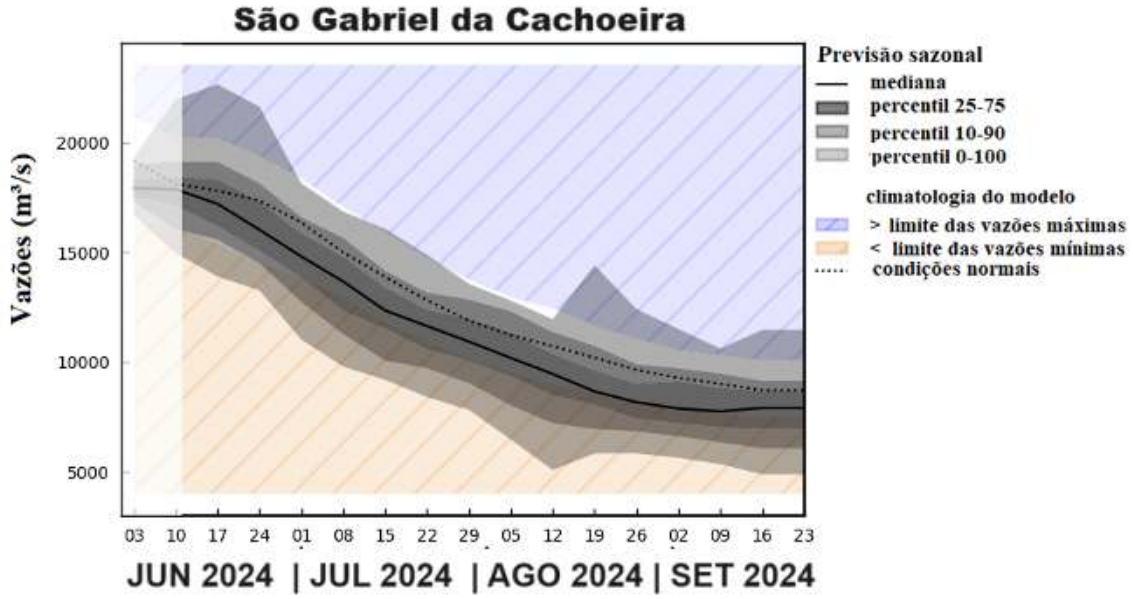

Figura 17. Previsões sazonais das vazões para a estação de São Gabriel da Cachoeira com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

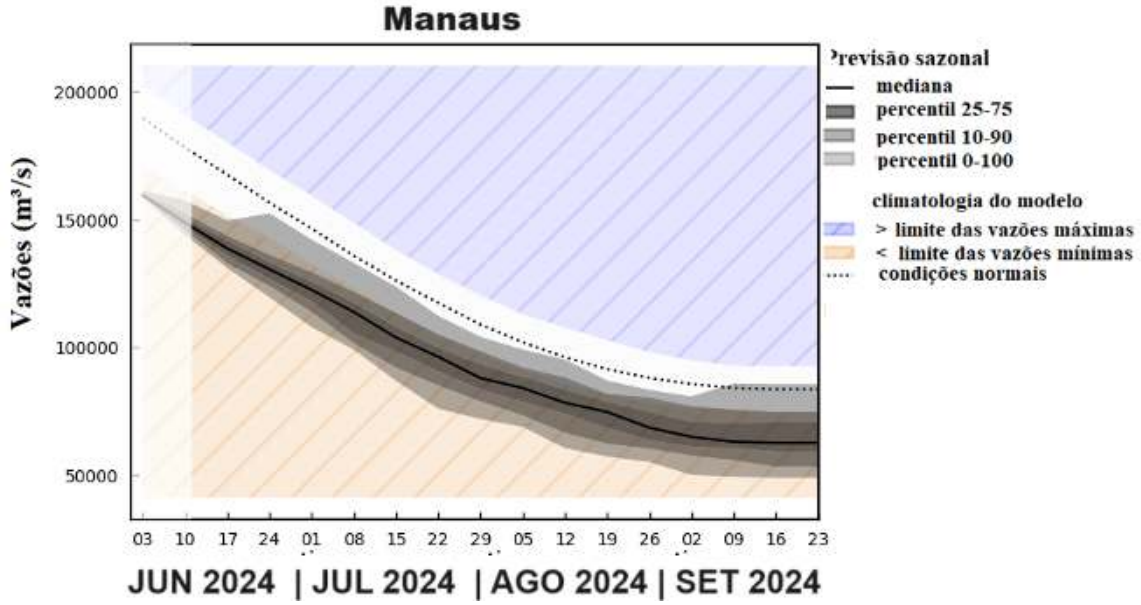

Figura 18. Previsões sazonais das vazões para a estação de Manaus com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

c) Rio Madeira

As Figuras 19, 20, 21 e 22 apresentam as previsões dos níveis (cota) nas estações de Ji-Paraná, Porto Velho, Manicoré e Humaitá, respectivamente, para os próximos quatro meses com o modelo hidrológico MGB-IPH forçado com as previsões do modelo sazonal ECMWF. As previsões indicam que as quatro localidades continuarão com o processo de vazante para o próximo quadrimestre, com seus níveis abaixo da normalidade. Contudo, a partir do mês de julho, as localidades de Manicoré e Humaitá poderão presenciar uma estiagem significativa.

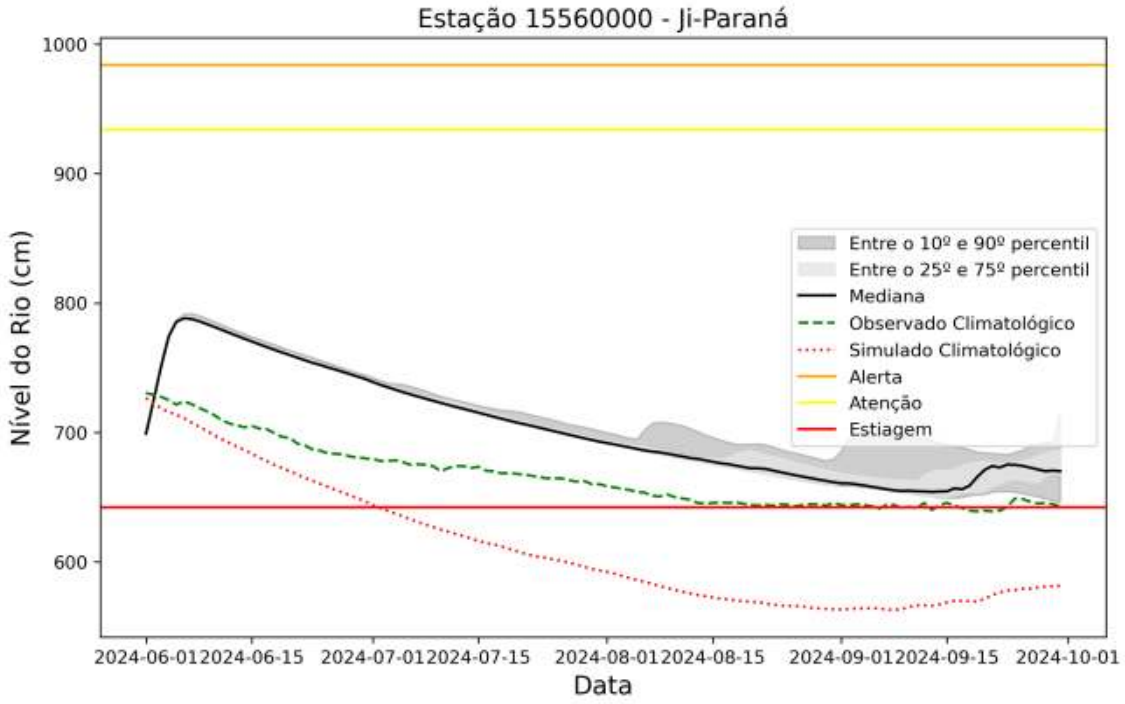

Figura 19. Previsões sazonais de níveis (cota) para a estação de Ji-Paraná com base nos dados do modelo hidrológico MGB-IPH forçado com os dados do modelo sazonal do ECMWF.

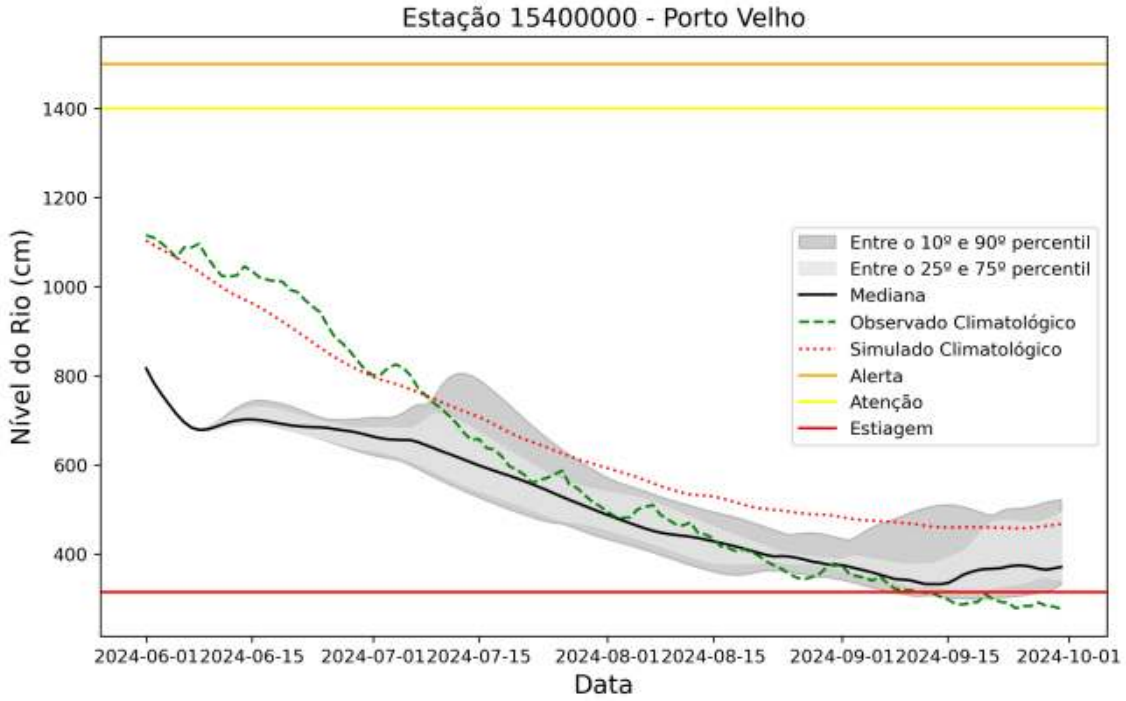

Figura 20. Previsões sazonais de níveis (cota) para a estação de Porto Velho com base nos dados do modelo hidrológico MGB-IPH forçado com os dados do modelo sazonal do ECMWF.

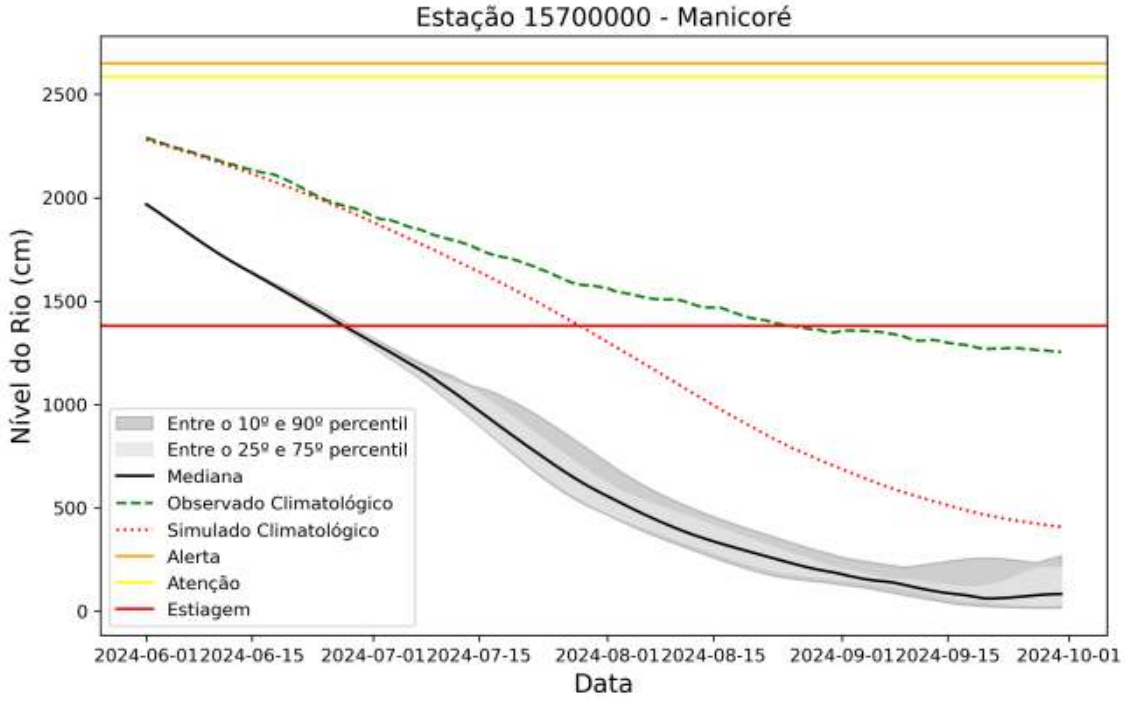

Figura 21. Previsões sazonais de níveis (cota) para a estação de Manicoré com base nos dados do modelo hidrológico MGB-IPH forçado com os dados do modelo sazonal do ECMWF.

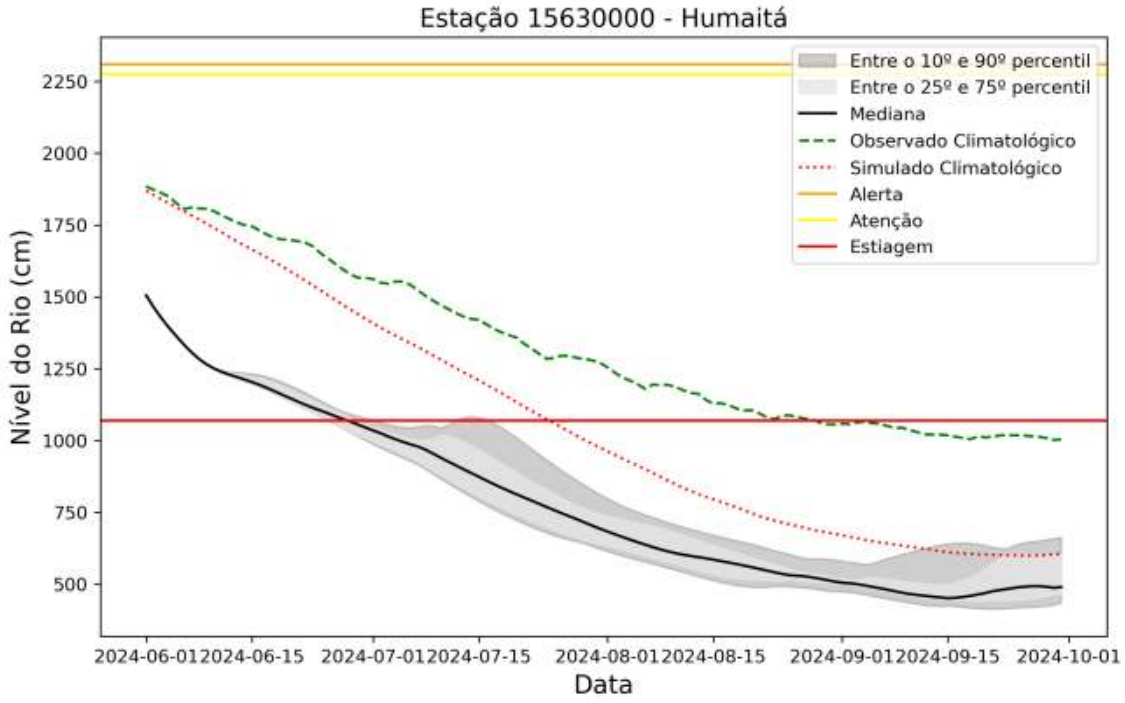

Figura 22. Previsões sazonais de níveis (cota) para a estação de Humaitá com base nos dados do modelo hidrológico MGB-IPH forçado com os dados do modelo sazonal do ECMWF.

d) Rio Amazonas

A Figura 23 exibe as previsões das vazões na estação de Itacoatiara - Tabocal. Para o próximo quadrimestre (junho a setembro - JJAS), prevê-se na localidade de Itacoatiara volumes abaixo ou próximos aos níveis de normalidade.

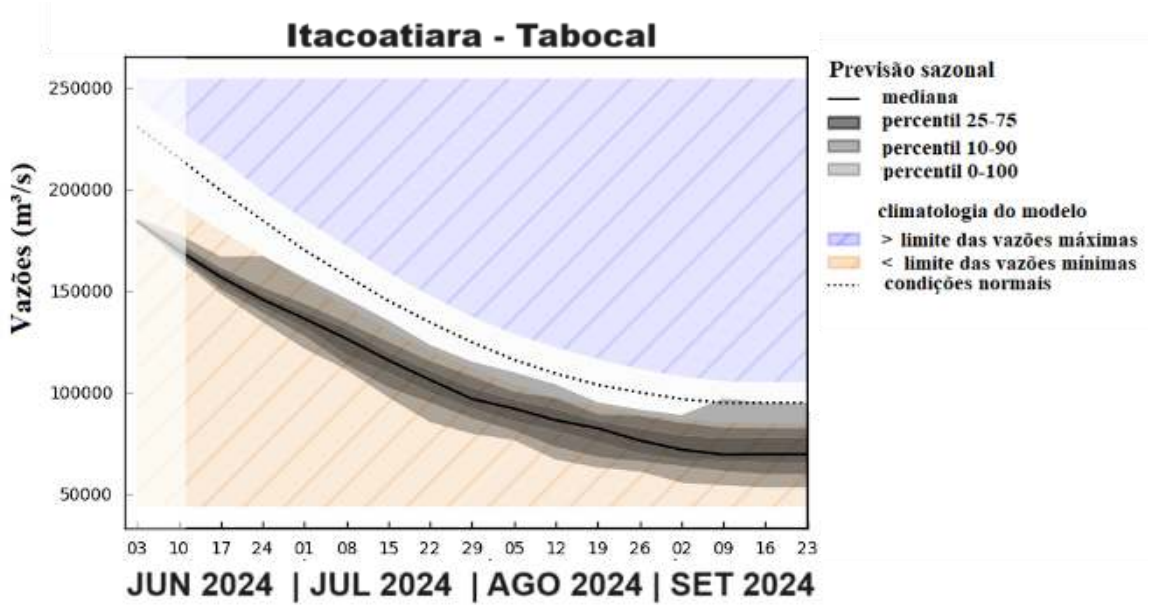

Figura 23. Previsões sazonais das vazões para a estação de Itacoatiara com base nos dados do ECMWF.

Síntese do prognóstico sazonal hidroclimático

Na segunda quinzena de maio de 2024, o fenômeno ENOS (El Niño) terminou. Desde então, observam-se águas mais quentes (acima da média) no centro-oeste do Oceano Pacífico Equatorial e o surgimento de águas mais frias na porção centro-leste. Essas condições indicam um padrão de neutralidade do fenômeno ENOS. Contudo, observa-se e prevê-se a persistência do aquecimento anômalo no Oceano Atlântico Tropical, especialmente na bacia norte. Tais padrões oceânicos terão um impacto significativo na dinâmica da circulação atmosférica e das chuvas sobre a bacia Amazônica. Diante deste contexto, as projeções climáticas para o quadrimestre de junho, julho, agosto e setembro (JJAS) de 2024 indicam que::

a) **Precipitação**: chuvas abaixo da média em grande parte do estado do Amazonas e na faixa centro-sul da bacia Amazônica durante o quadrimestre de junho a setembro (JJAS). Contudo, as chuvas poderão ficar acima da média ou dentro do esperado na faixa do extremo norte do estado do Amazonas até o norte de Roraima.

b) **Temperaturas**: acima da média climatológica em todo o estado do Amazonas. A região centro-sul do estado poderá apresentar anomalias mais acentuadas

c) **Níveis dos rios**: a bacia do rio Madeira poderá enfrentar uma estiagem significativa a partir de julho. Além disso, as bacias dos rios Purus, Juruá, Javari e baixo Amazonas requerem uma atenção especial nos próximos meses.