GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS – UEA

7º BOLETIM DE PROGNÓSTICO SAZONAL HIDROCLIMÁTICO DO AMAZONAS

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

Julho, 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 16
4.2 Prognóstico de extremos hidrológico das principais sub-bacia do Amazonas 21
Síntese do prognóstico sazonal hidroclimático 22

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 março, abril, maio e junho (MAMJ), com base nos dados do produto de precipitação global com uma resolução de 0,1° (MSWEP - Multi-SourceWeighted-Ensemble Precipitation). No mês de Março, os máximos de precipitação (> 180 mm/mês) ocorrem na orientação noroeste-sudeste, 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, maio e junho 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 a partir do mês de maio, marcando o início da estação seca nessa região.

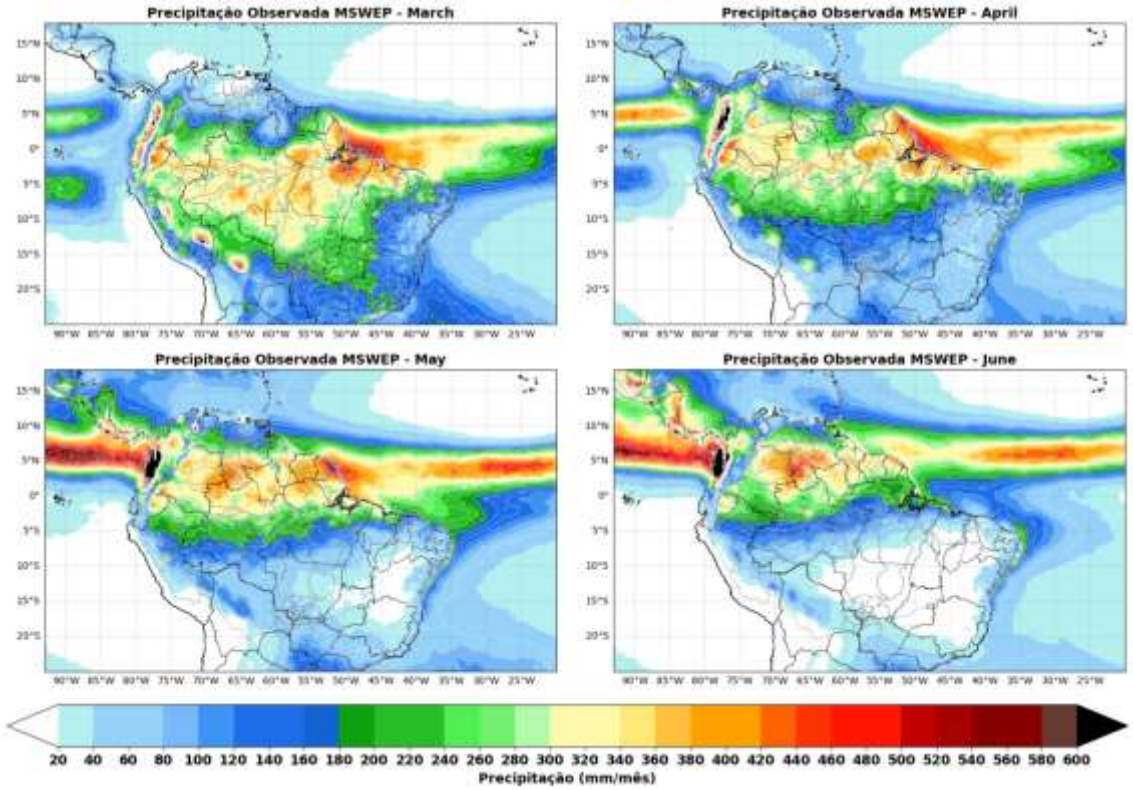

Figura 1. Climatologia de precipitação (mm/mês) na Amazônia entre os anos de 1992 a 2023 com base nos dados do produto de precipitação global (MSWEP).

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 ReefWatch (CRW) em relação à média climatológica. Observam-se águas mais quentes do que a média no centro-oeste do Oceano Pacífico Equatorial, próximas à média na porção centro-leste, e o surgimento de águas mais frias do que a média na porção leste, próximo à costa da América do Sul. Essas condições indicam um padrão de neutralidade do fenômeno ENOS. Contudo, anomalias positivas de temperatura da superfície do mar são observadas no Atlântico Tropical (norte e sul), com anomalias mais acentuadas na bacia norte do Atlântico.

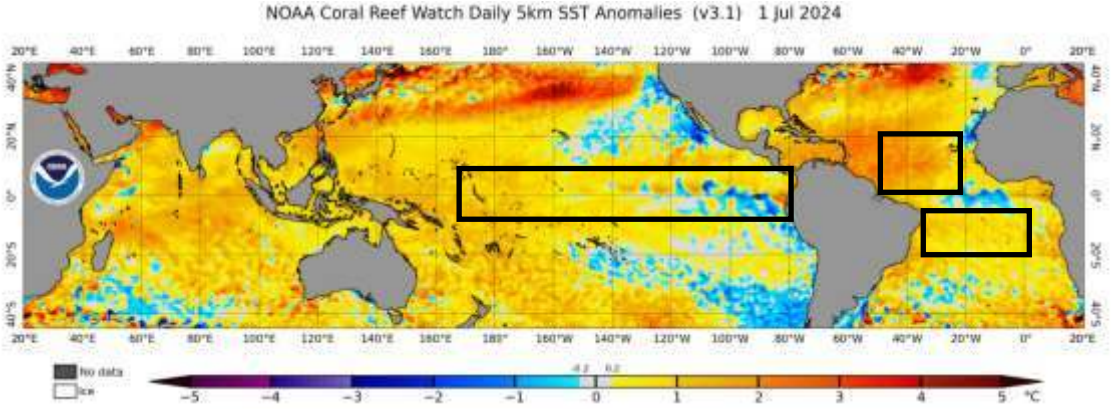

Figura 2. Anomalia Global Diária da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) de 5 km do NOAA Coral ReefWatch (CRW) indica a diferença entre a TSM atual e a média de longo prazo. Fonte dos dados: NOAA Coral ReefWatch. https://coralreefwatch.noaa.gov/product/. Acessado em: 01/07/2024.

2.1 Prognóstico fenômeno ENOS – El Niño Oscilação Sul

As Figuras 3 e 4 ilustram as previsões dos modelos dinâmicos e estatísticos dos principais 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 julho a setembro (JAS) de 2024. Esse padrão de neutralidade permanece predominante na maioria dos modelos para os períodos de julho a setembro (JAS) e agosto a outubro (ASO) de 2024. No entanto, há uma probabilidade de 50% de ocorrência do fenômeno La Niña entre setembro a novembro de 2024, que pode se estender até o período de janeiro a março de 2025.

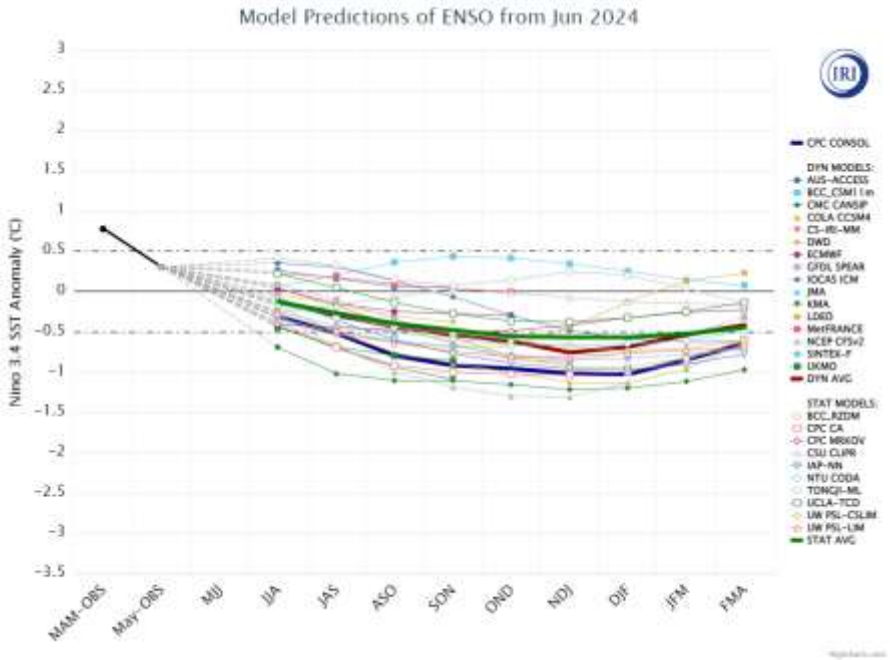

Figura 3. Pluma com o prognóstico dos modelos estatísticos e dinâmicos para a ocorrência do fenômeno ENOS. Dados: http://iri.columbia.edu.

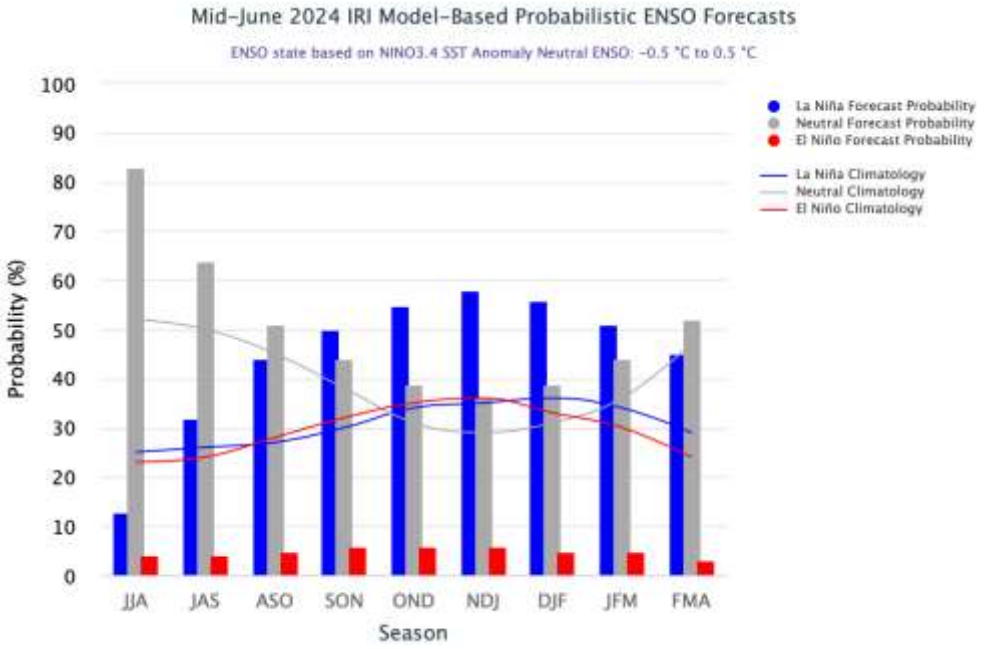

Figura 4. Previsão probabilística baseada em modelos estatísticos e dinâmicos para a ocorrência do fenômeno ENOS. Dados: http://iri.columbia.edu.

3. Diagnóstico climático no Estado do Amazonas

A Figura 5 apresenta as anomalias de precipitação (mm/mês) na bacia Amazônica durante os meses de março, abril, maio e junho de 2024, utilizando os dados

do produto de precipitação global (Multi-SourceWeighted-Ensemble Precipitation–MSWEP). No mês de março, as chuvas acima da média foram predominantemente observadas no noroeste do estado do Amazonas e no nordeste da bacia Amazônica, devido à atuação 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 aquecimento anômalo do Atlântico Tropical Norte. No mês de 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, nos meses de maio e junho, o aquecimento anômalo do Atlântico Tropical Norte impulsionou a ZCIT mais ao norte da bacia Amazônica, onde as chuvas ficaram abaixo da média na porção centro-sul da Amazônia, incluindo as bacias dos rios Madeira, Purus, Juruá e Solimões. Em contrapartida, as chuvas ficaram acima da média na porção norte da bacia Amazônica.

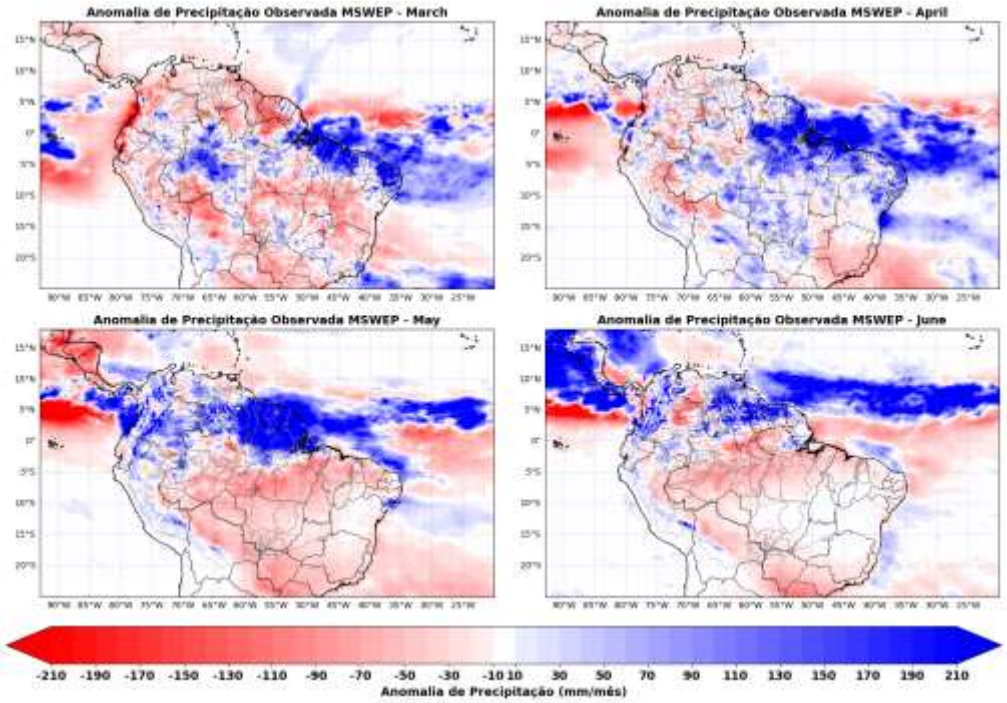

Figura 5. Anomalia de precipitação (mm/mês) na Amazônia para os meses de Março, Abril, Maio e Junho de 2024 provenientes dos dados do produto de precipitação global. Fonte: MSWEP/NCAR.

3.1 Prognóstico climático 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 julho, agosto, setembro e outubro. Ambos os modelos divergem quanto à intensidade das anomalias. Todavia, preveem que as chuvas ficarão abaixo da média em toda a bacia Amazônica durante o quadrimestre de julho a outubro (JASO).

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 julho, agosto, setembro e outubro (JASO). 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.

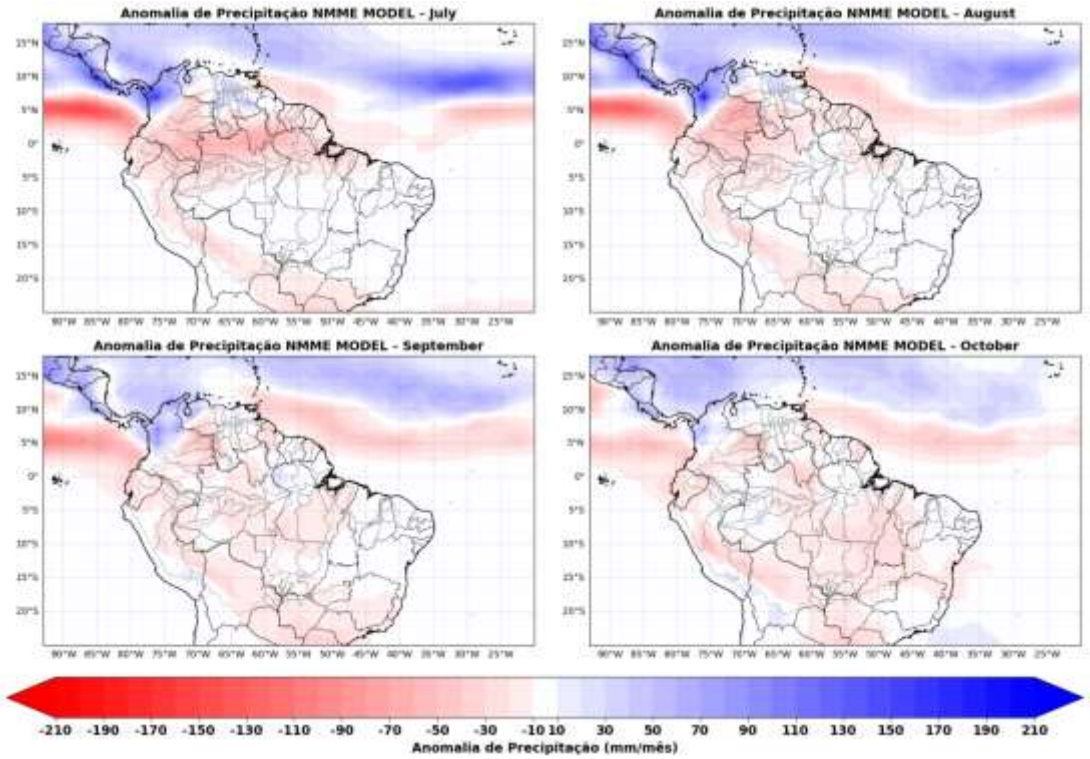

Figura 6. Previsões sazonais de anomalias de Precipitação (mm/mes) do North American Multi-Model Ensemble (NMME) para os meses de Julho a Outubro (JASO). Fonte dos dados: NMME.

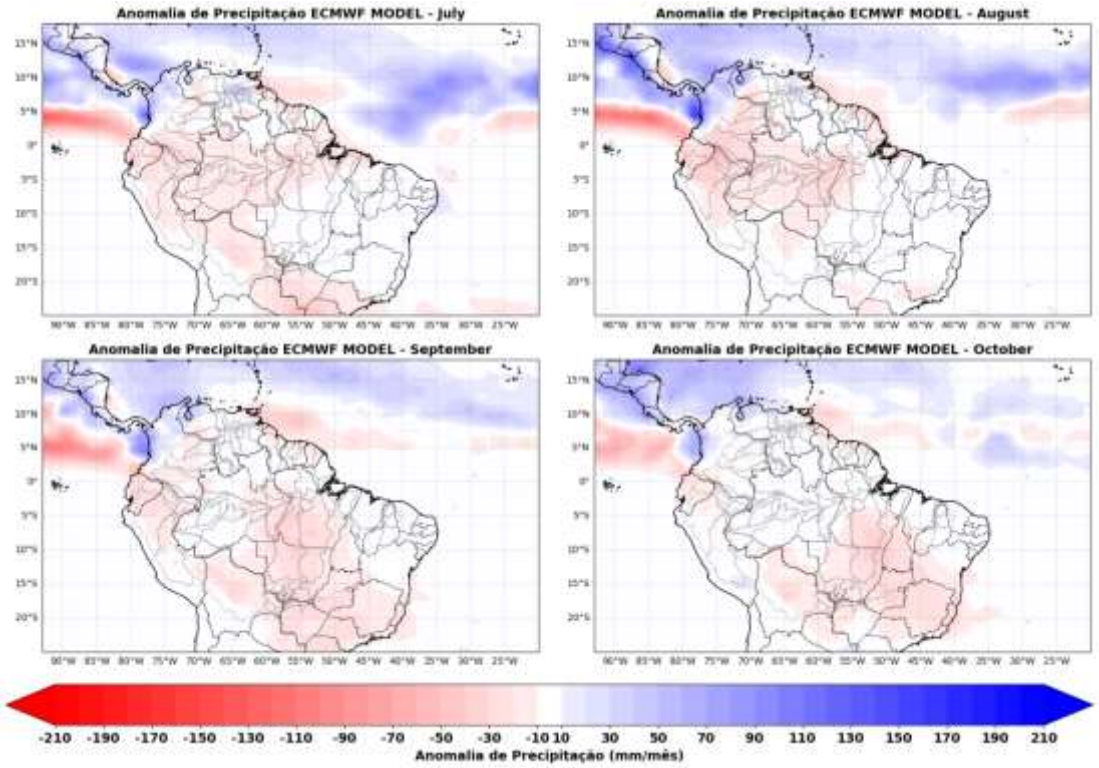

Figura 7. Previsões sazonais de anomalias de Precipitação (mm/mes) do European Centre for Medium-Range WeatherForecasts (ECMWF) para os meses de Julho a Outubro (JASO). Fonte dos dados: ECMWF.

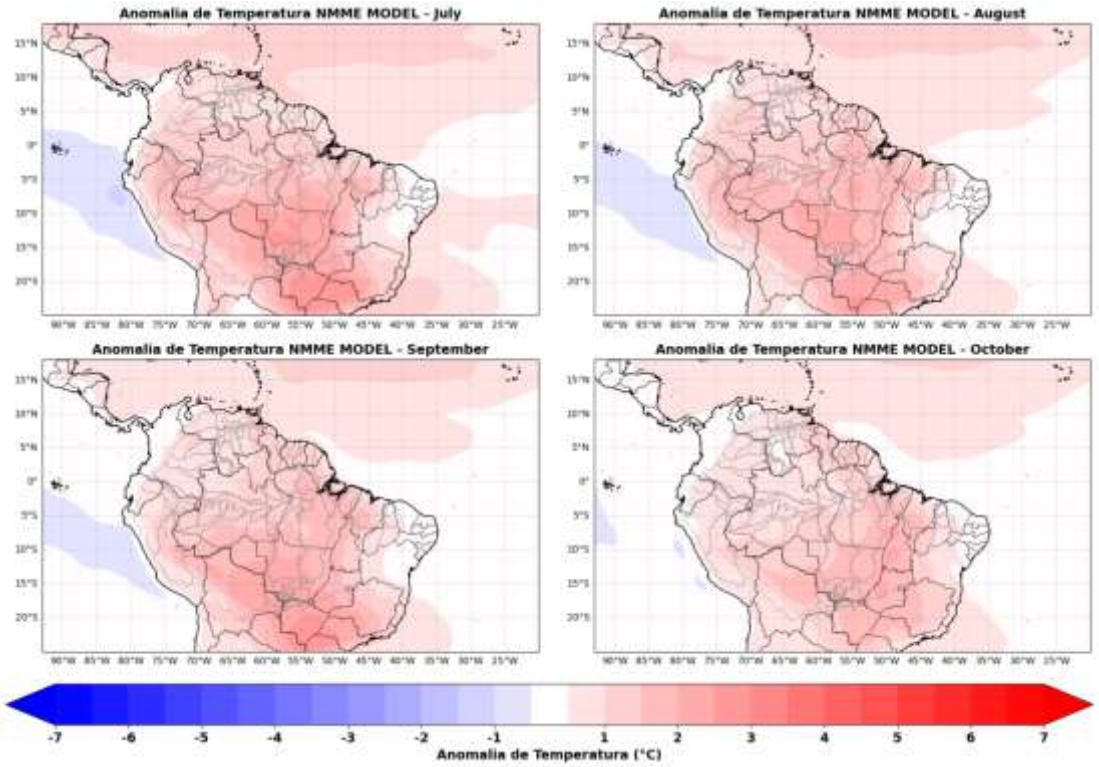

Figura 8. Previsões sazonais de anomalias de Temperatura (oC) do North American Multi-Model Ensemble (NMME) para os meses de Julho a Outubro (JASO). Fonte dos dados: NMME.

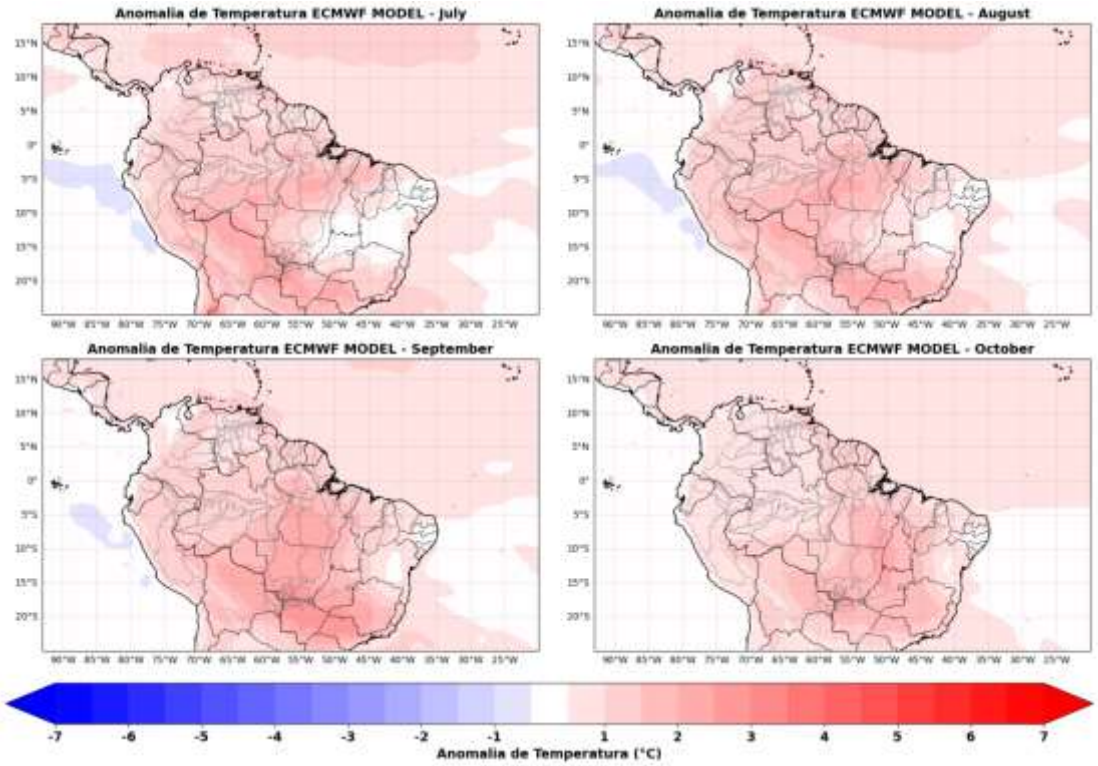

Figura 9. Previsões sazonais de anomalias de Temperatura (oC) do European Centre for Medium-Range WeatherForecasts (ECMWF) para os meses de Julho a Outubro (JASO). Fonte dos dados: NMME.

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 apresentou descidas em Tabatinga, além de pequenas descidas em Fonte Boa, Itapéua e Manacapuru. As estações de monitoramento dessa calha indicam níveis ligeiramente abaixo da média para esta época do ano. Em Tabatinga, os níveis do rio em 03 de julho de 2024 estavam 1,10 metros abaixo do registrado no mesmo período de 2023.

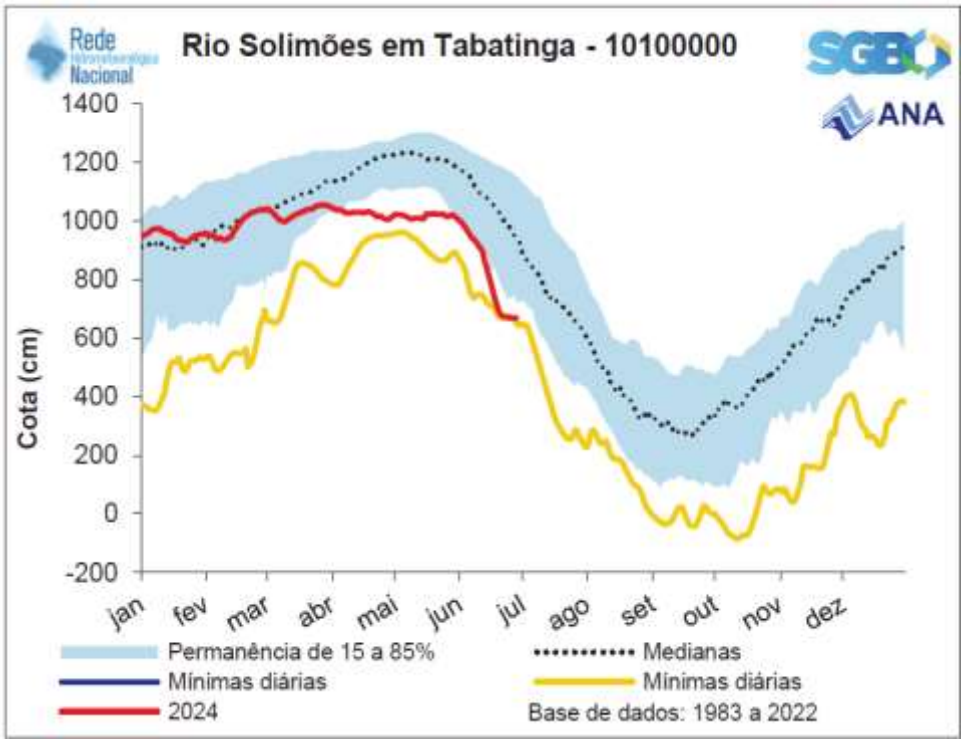

Figura 10. Cotagrama da estação fluviométrica de Tabatingana bacia do rio Solimões. Fonte: SGB.**Cota em 03/07/2024: 669 cm**.

b) Rio Negro

Nesta semana, o rio Negro apresentou uma leve subida em Barcelos, enquanto registrou pequenas descidas em Novo Airão e Manaus. Em Manaus, o nível do rio Negro está dentro da faixa de normalidade, com uma descida média diária de aproximadamente 1

cm durante a semana. No dia 03 de julho de 2024, o nível do rio em Manaus foi de 26,76 metros, e se encontra 1,20 metros abaixo do registrado no mesmo período de 2023.

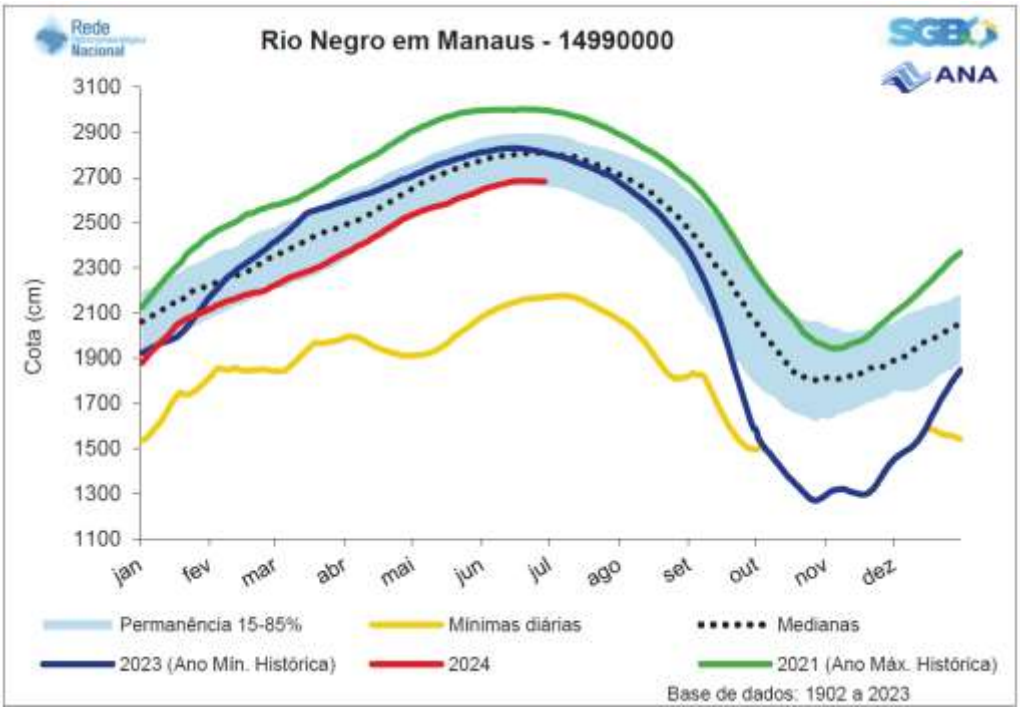

Figura 11. Cotagrama do rio Negro em Manaus. Fonte: SGB. **Cota em 03/07/2024: 2676 cm.**

c) Rio Purus

O rio Acre em Rio Branco apresentou pequenas elevações nesta semana, porém, registrando níveis baixos para está época do ano. Em Beruri, o Rio Purus mostra pequenas descidas em seu nível diário. O nível do rio Purus em Beruri no dia 03/07/2024 apresenta valores de 18,53 m.

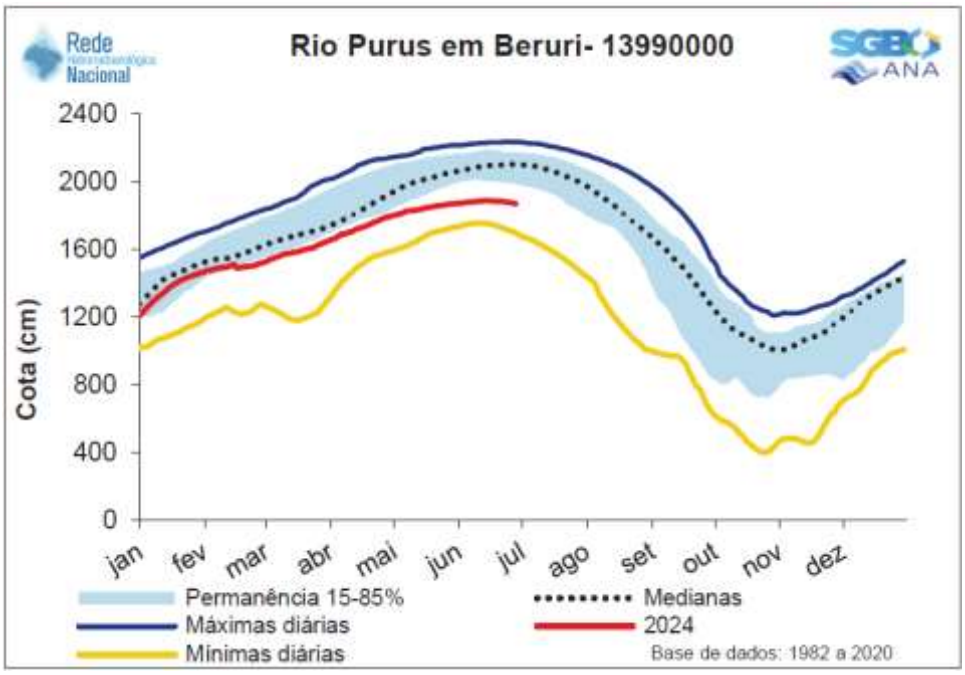

Figura 12. Cotagrama do rio Purus em Beruri. Fonte: SGB. **Cota em 03/07/2024: 1853 cm**

d) Rio Madeira

Ao longo da semana, o rio Madeira registrou descidas em Porto Velho e Humaitá, com níveis abaixo da média para o período. Em Humaitá, o nível do rio Madeira em 3 de julho de 2024 foi de 12,40 metros, aproximadamente 2,45 metros abaixo do registrado no mesmo período de 2023.

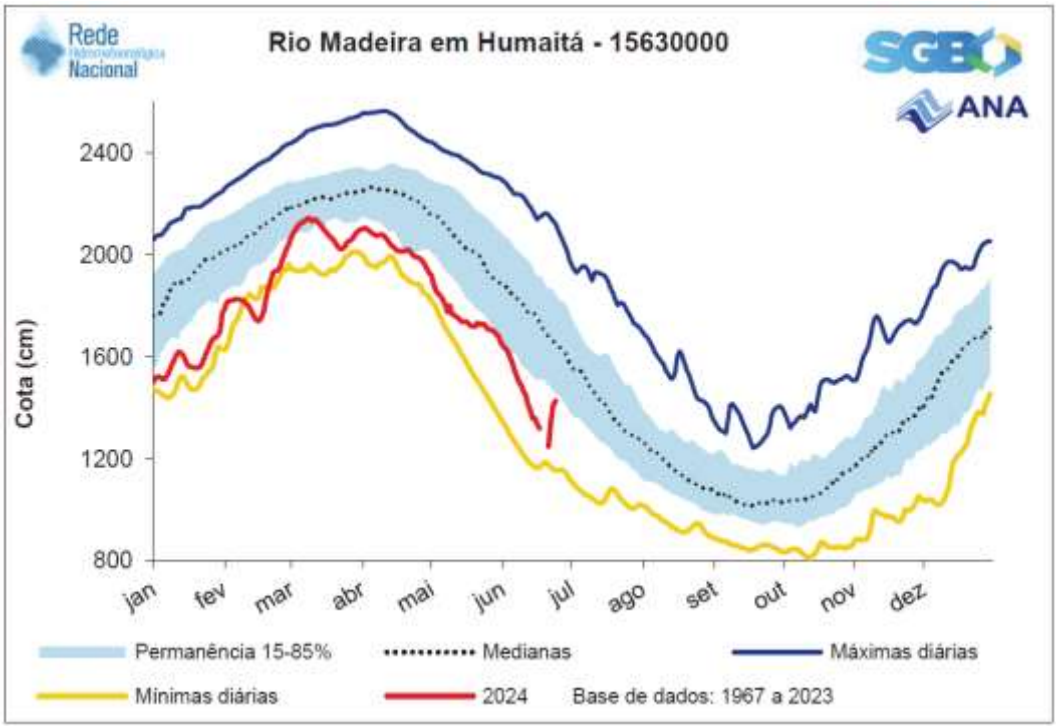

Figura 13. Cotagrama do rio Madeira em Humaitá. Fonte: SGB. **Cota em 03/07/2024: 1240 cm.**

e) Rio Amazonas

Nos últimos dias, o rio Amazonas registrou descidas em Careiro, Itacoatiara, Parintins e Óbidos, iniciando o processo de vazante. Em Itacoatiara, o nível do rio em 3 de julho de 2024 foi de 12,06 metros, aproximadamente 1,33 metros abaixo do registrado no mesmo período de 2023.

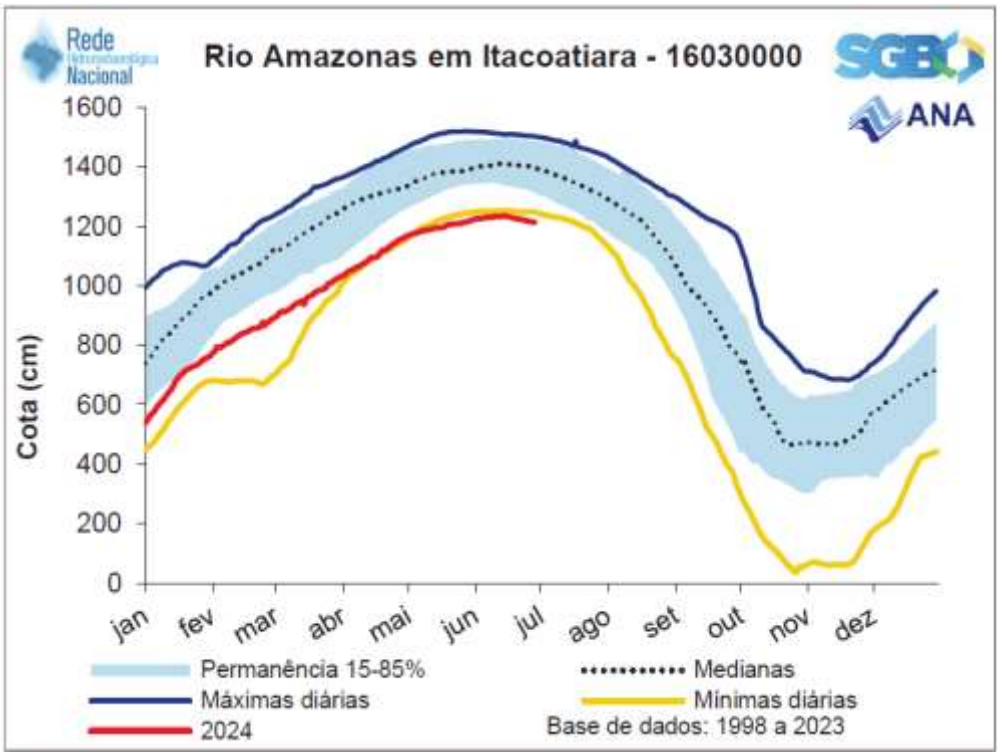

Figura 14. Cotagrama do rio Amazonas em Itacoatiara. Fonte: SGB. **Cota em 03/07/2024: 1206 cm.**

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 os conjuntos de previsões sazonais do modelo sazonal do ECMWF e do modelo sazonal Eta (INPE) e do 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 manterão o processo de vazante com volumes abaixo do nível da normalidade.

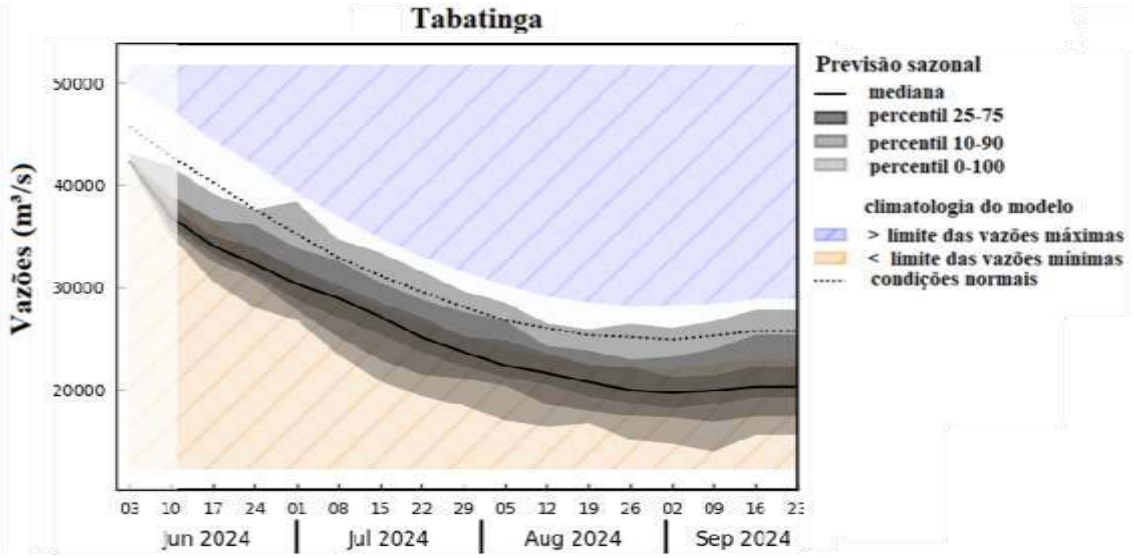

Figura 15. Previsões sazonais das vazões para a estação de Tabatingacom base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

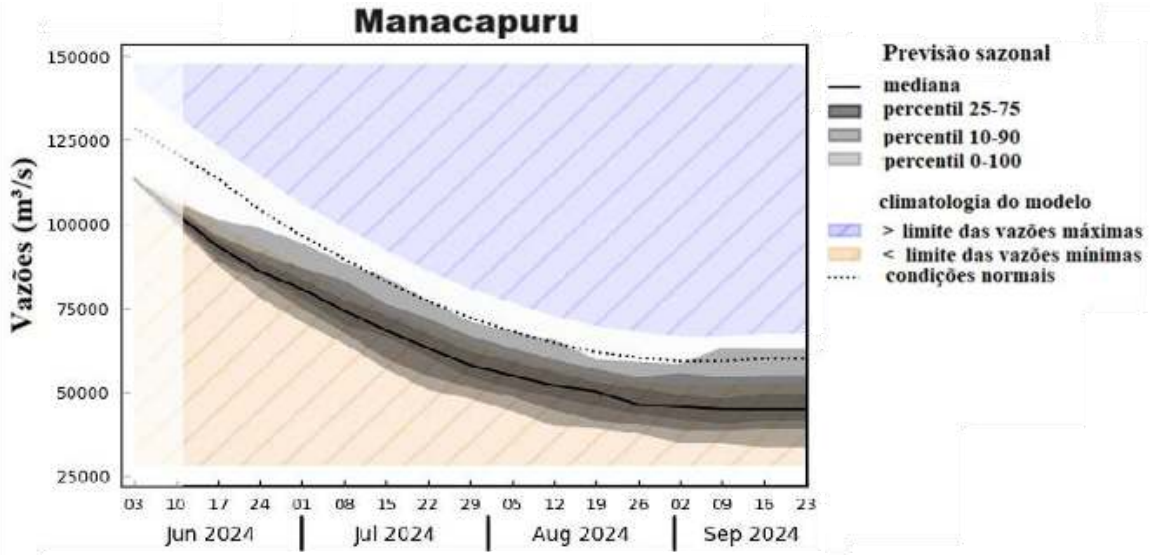

Figura 16. Previsões sazonais das vazões para a estação de Manacapurucom base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

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 em São Gabriel o processo de vazante ocorra com volumes dentro da normalidade. Em Manaus, porém, prevê-se que o processo de vazante ocorra com volumes abaixo da normalidade.

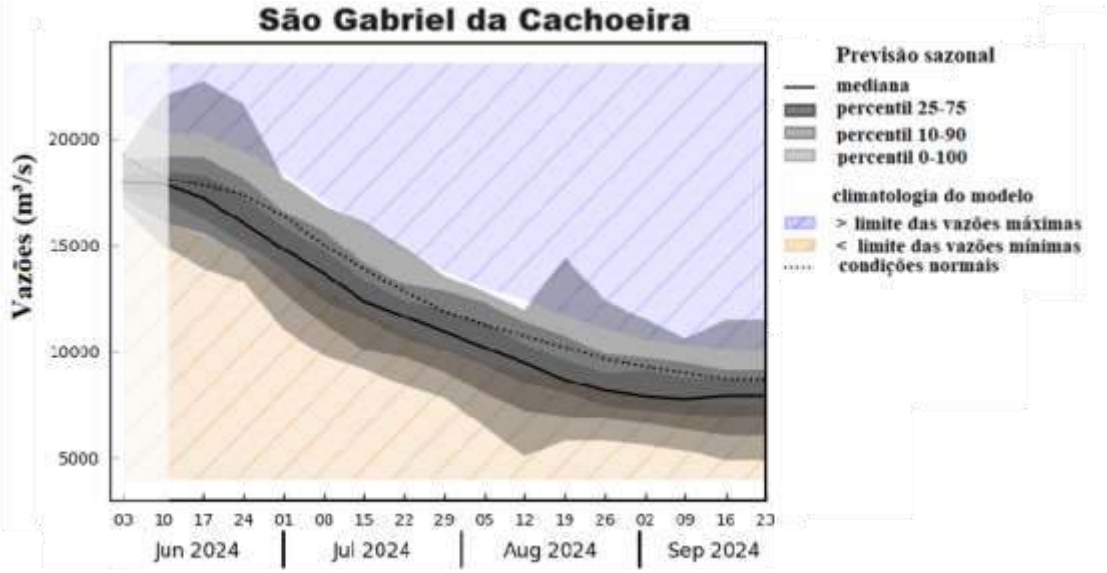

Figura 17. Previsões sazonais das vazões para a estação de São Gabriel da Cachoeiracom base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

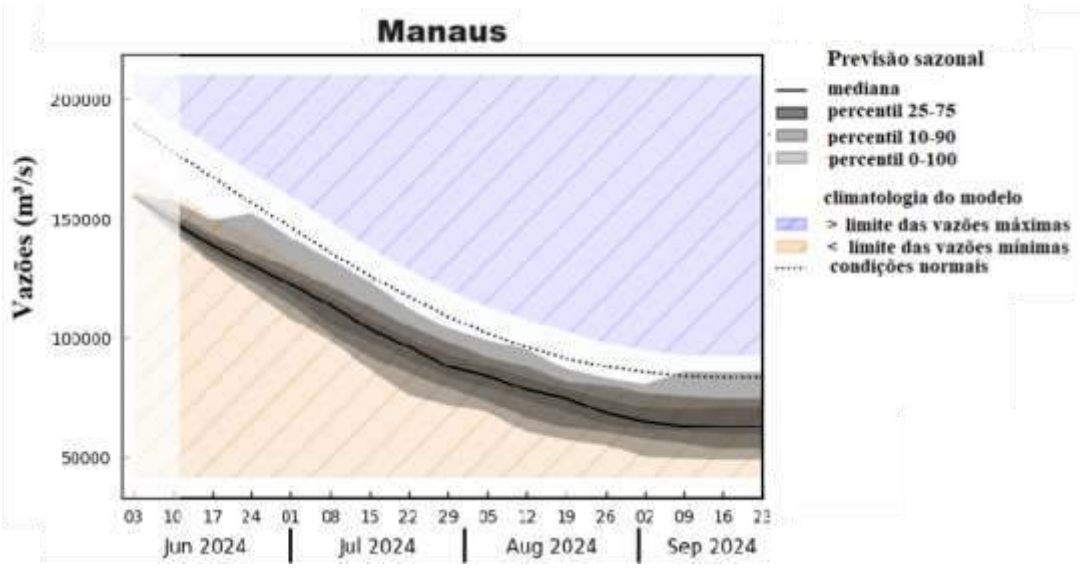

Figura 18. Previsões sazonais das vazões para a estação de Manaus com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

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 da segunda quinzena do mês de julho a inicio de agosto,

as localidades de Manicoré, Humaitá, Ji-Paraná e Porto Velho poderão entrar em alerta para estiagem severa.

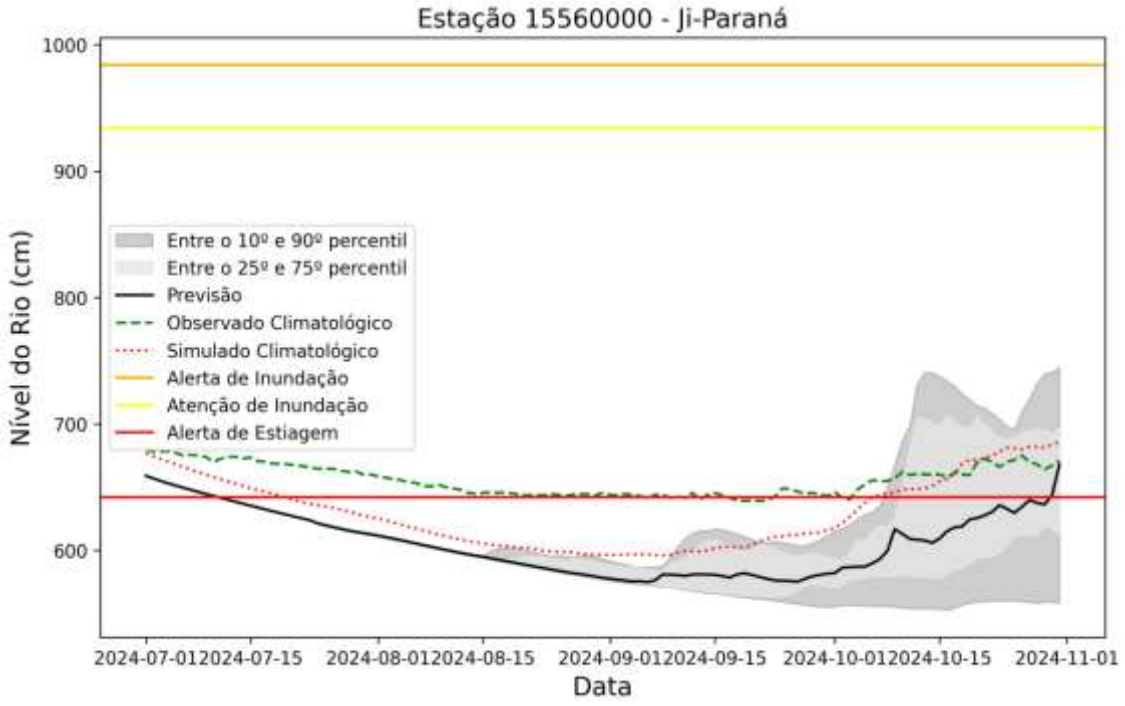

Figura 19. Previsões sazonais de níveis (cota) para a estação de Ji-Paraná com base nos dados do modelo hidrológico MGB-IPH forçado com os dados do modelo sazonal do ECMWF e do modelo sazonal Eta - INPE.

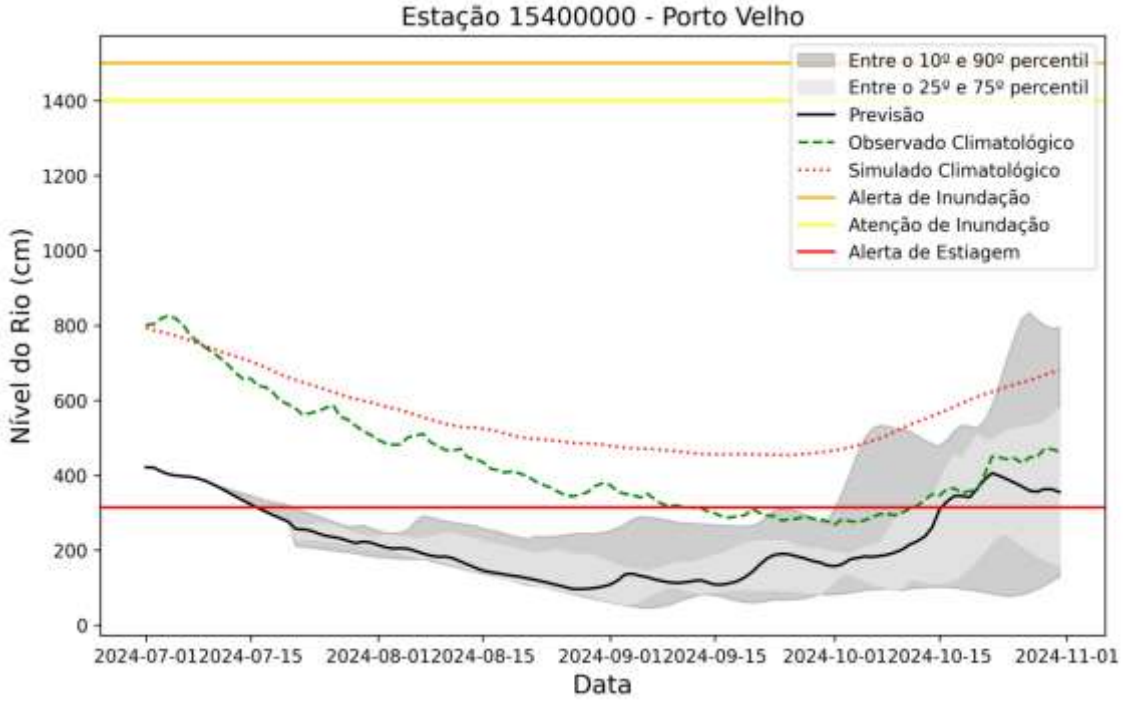

Figura 20. Previsões sazonais de níveis (cota) para a estação de Porto Velho com base nos dados do modelo hidrológico MGB-IPH forçado com os dados do modelo sazonal do ECMWF e do modelo sazonal Eta - INPE.

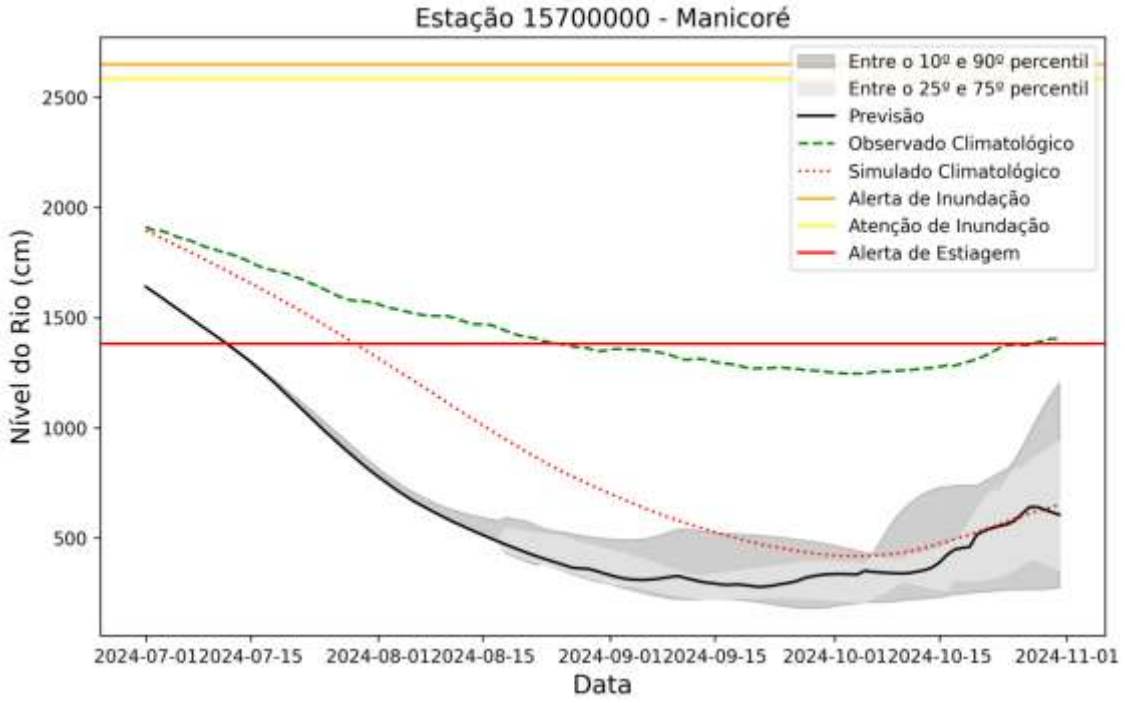

Figura 21. Previsões sazonais de níveis (cota) para a estação de Manicoré com base nos dados do modelo hidrológico MGB-IPH forçado com os dados do modelo sazonal do ECMWF e do modelo sazonal Eta - INPE.

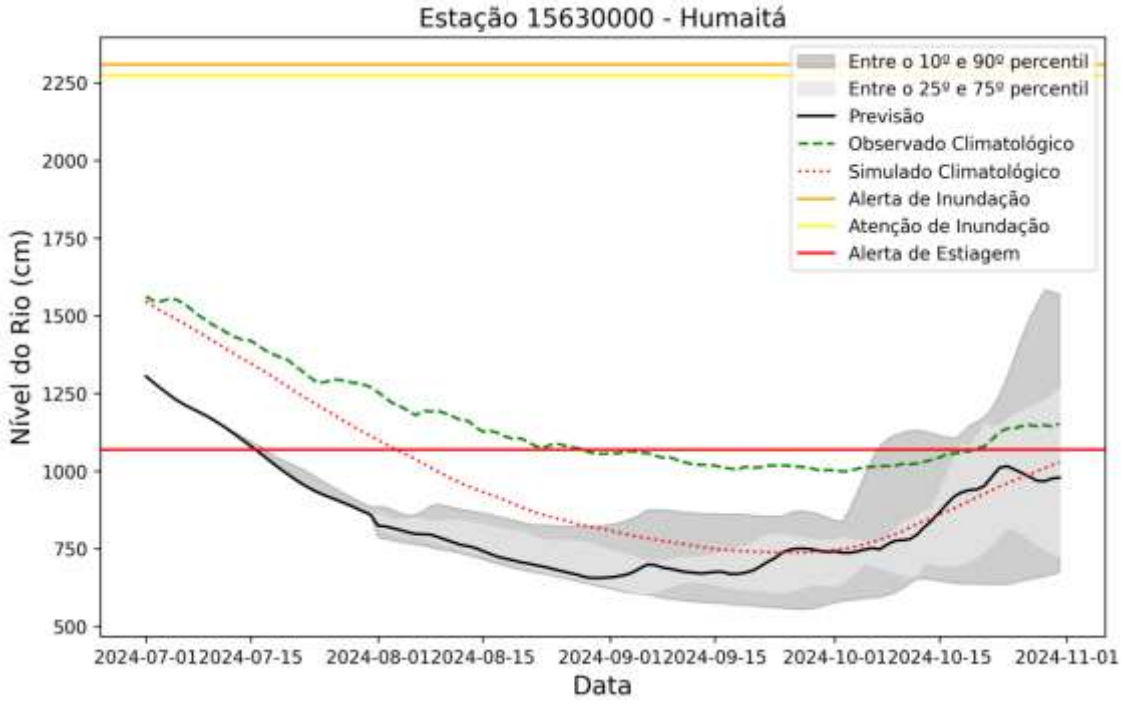

Figura 22. Previsões sazonais de níveis (cota) para a estação de Humaitá com base nos dados do modelo hidrológico MGB-IPH forçado com os dados do modelo sazonal do ECMWF e do modelo sazonal Eta - INPE.

d) Rio Amazonas

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

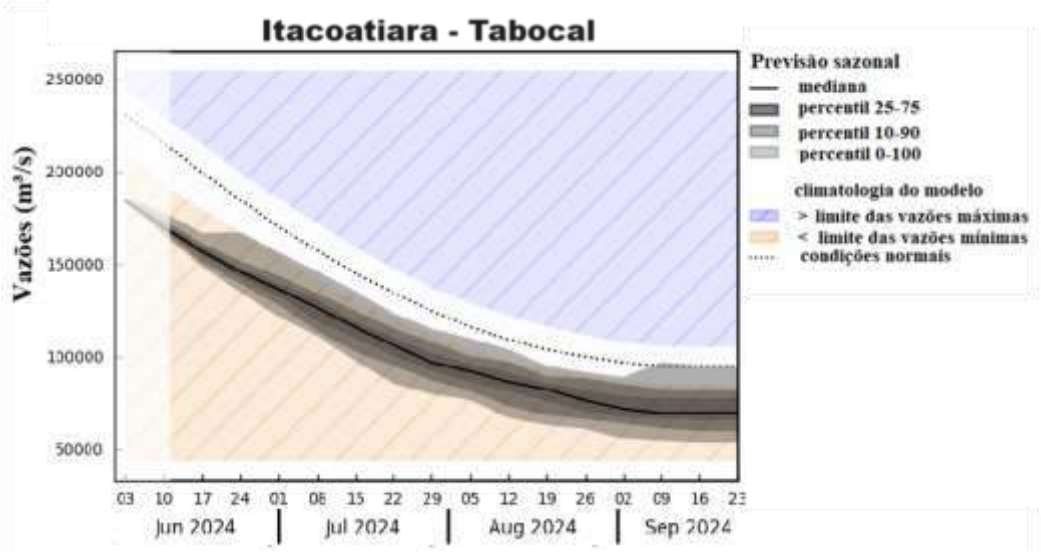

Figura 23. Previsões sazonais das vazões para a estação de Itacoatiaracom base nos dados do ECMWF.

4.2 Prognóstico de extremos hidrológico das principais sub-bacia do Amazonas

Nesta seção, são apresentadas as previsões de um conjunto de dados de extremos de vazões produzido com o modelo hidrológico WW-HYPE, forçado com o Conjunto de Dados Globais (hydroGFD; Berg et al., 2018). A Figura 24 mostra a anomalia para cada bacia hidrográfica e mês de previsão, utilizando como referência os valores normais para o mês de interesse e os valores extremos para as condições da bacia ("Extremos (alto e baixo)"). Para "Extremos (alto e baixo)", cores azuis indicam a probabilidade de as previsões estarem acima das condições extremas, enquanto cores vermelhas indicam a probabilidade de estarem abaixo das condições extremas para o mês de previsão.

Os limiares para definir as condições extremas são os percentis 90 e 10 para as médias mensais de cada mês, conforme derivado da simulação do balanço hídrico para o período de 1985 a 2015. A intensidade da cor representa a probabilidade de a previsão exceder os limiares selecionados (para os extremos) dentro do mês de previsão (veja a Figura 24). As categorias de probabilidade são definidas como alta (75-100%), média

(50-75%) e baixa (35-50%). Se a probabilidade for menor que 35% para cruzar qualquer um dos limiares, a região é mostrada em cinza no mapa.

Há uma alta probabilidade de que os rios da porção sul da bacia Amazônica (Juruá, Javari, Purus, Madeira e Amazonas, tanto no médio quanto no baixo curso) apresentem condições extremas de vazões abaixo do normal nos meses de julho e agosto. Em setembro e outubro, esses rios poderão ter níveis dentro da normalidade.



Figura 24. Previsões mensais da anomalia de extremos de vazão para os meses de Julho-Agosto previsão, utilizando como referência o período de referência (1985-2015) em relação aos valores extremos para as condições da bacia Amazônica ("Extremos (alto e baixo)").

Síntese do prognóstico sazonal hidroclimático

Atualmente, 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, indicando um padrão de neutralidade do fenômeno ENOS. Esse padrão deverá persistir durante o trimestre de julho a setembro (JAS). No entanto, observa-se e prevê-se a persistência do aquecimento anômalo no Oceano Atlântico Tropical Norte para o mesmo trimestre. Esse aquecimento influenciará o deslocamento da ZCIT para o norte da América do Sul, podendo impactar a porção centro-sul da bacia Amazônica com sistemas de alta pressão, o que pode dificultar a formação de nuvens de chuva na região.

Diante desse contexto, as projeções climáticas para o trimestre de julho, agosto e setembro (JAS) de 2024 indicam que:

a) **Precipitação**: chuvas abaixo da média em toda bacia Amazônica durante o trimestre de julho a setembro e acima da média no extremo norte dos estados de Roraima e do Amapá.

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

c) **Queimadas:** devido à combinação de chuvas abaixo da média e temperaturas acima da média, a maior parte da bacia Amazônica está em risco elevado de queimadas durante o período de julho a setembro.

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