**GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS – UEA**

# 4º BOLETIM DE PROGNÓSTICO SAZONAL HIDROCLIMÁTICO DO AMAZONAS

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

**Abril, 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

## 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 do fenômeno ENOS – El Niño Oscilação Sul ..... 5
2.1 Prognóstico fenômeno ENOS – El Niño Oscilação Sul ..... 6
3. Diagnóstico climático no Estado do Amazonas ..... 8
3.1 Prognóstico climático no Estado do Amazonas ..... 9
4. Diagnóstico hidrológico das principais sub-bacia do Amazonas ..... 11
4.1 Prognóstico hidrológico das principais sub-bacia do Amazonas ..... 15
Síntese do prognóstico sazonal hidroclimático ..... 19

## 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 dezembro, janeiro, fevereiro e março (DJFM), com base nos dados do produto de precipitação global com uma resolução de 0,1° (MSWEP - Multi-Source Weighted-Ensemble Precipitation). Esse quadrimestre é caracterizado como o período chuvoso na bacia Amazônica. Sistemas meteorológicos como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) tornam-se mais atuantes, favorecendo os máximos (precipitação > 280 mm/mês) de precipitação no sentido noroeste-sudeste e leste-oeste. O norte de Roraima apresenta índices abaixo de 60 mm/mês, pois a região encontra-se no auge do período natural de estiagem.

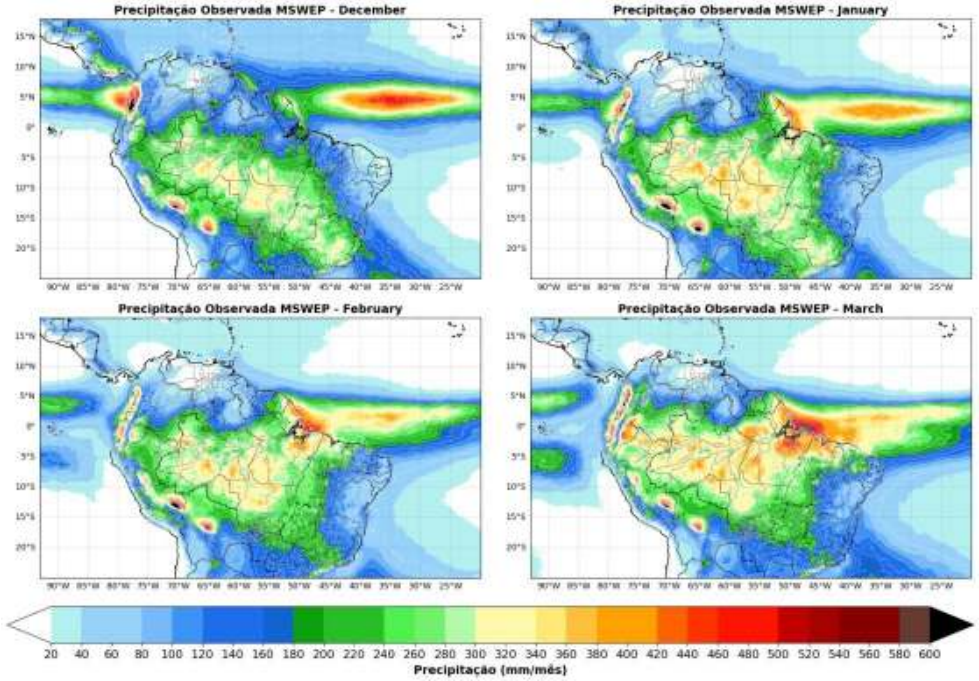


**Figura 1**. Climatologia de precipitação (mm/mês) na Amazônia entre os anos de 1992 a 2023 com base nos dados do produto de precipitação global (MSWEP).

### 1.1 Diagnóstico do fenômeno ENOS – El Niño Oscilação Sul

A figura 2 ilustra a distribuição espacial das anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) global para o mês de março de 2024. O aquecimento anômalo persistiu nas regiões de monitoramento do Pacífico Equatorial (Niño 3.4) com anomalias médias de 1,2ºC, evidenciando a continuação do fenômeno El Niño no mês de abril. Ressalta-se que o aquecimento nas áreas de Niño 1+2, Niño3, Niño 3.4 e Niño4 reduziram suas

anomalias quando comparado ao mês anterior. Já o Pacífico Equatorial nos litorais do Peru e do Equador, a denominada região Niño 1+2, estava na última semana deste mês, com anomalias da superfície do mar de -0,2ºC. Ou seja, o Pacífico Equatorial já registra resfriamento junto à costa da América do Sul. No Atlântico Tropical, foram mantidas as anomalias positivas de TSM acima da média (1,5ºC) nas bacias norte e sul.

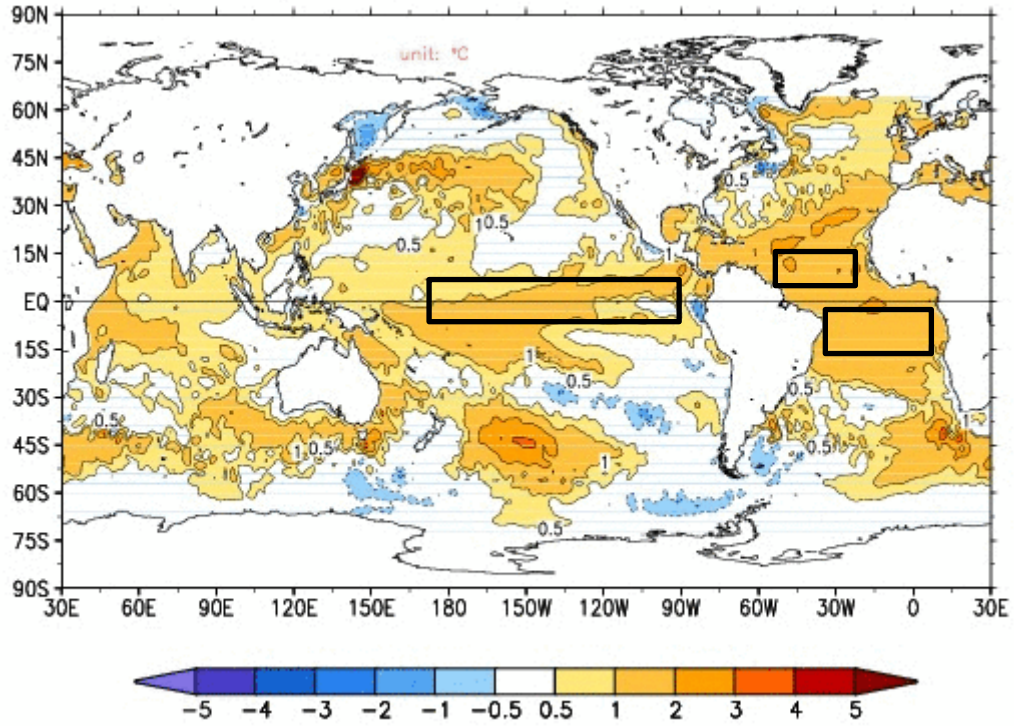


**Figura 2**. Distribuição das anomalias da temperatura da superfície do mar (TSM) para o mês de março de 2024. Fonte dos dados: NCEP/NOAA – EUA. https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/GODAS/

### 2.1 Prognóstico fenômeno ENOS – El Niño Oscilação Sul

A figura 3 ilustra as previsões dos modelos dinâmicos e estatísticos dos principais centros internacionais de previsão climática para a região do El Niño 3.4, considerando períodos consecutivos de três meses. As previsões dinâmicas sinalizam o término do fenômeno climático El Niño e a transição para um estado de neutralidade durante o trimestre AMJ - 2024. Em relação às previsões probabilísticas (figura 4), há uma probabilidade de 65% de que o Pacífico Equatorial entre em um estado de neutralidade durante este trimestre. A partir do trimestre de Agosto a Outubro (ASO), as previsões probabilísticas indicam 58% para o estabelecimento de La Niña no Pacífico Equatorial.

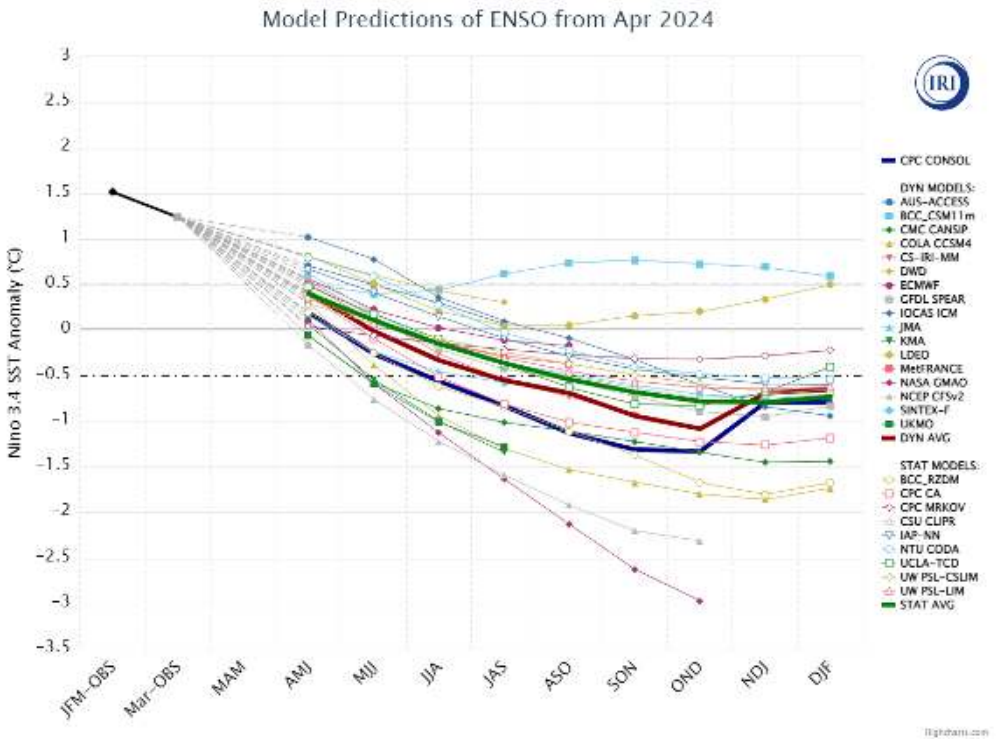


**Figura 3**. Pluma com o prognóstico dos modelos estatísticos e dinâmicos para a ocorrência do fenômeno ENOS. Dados: http://iri.columbia.edu.

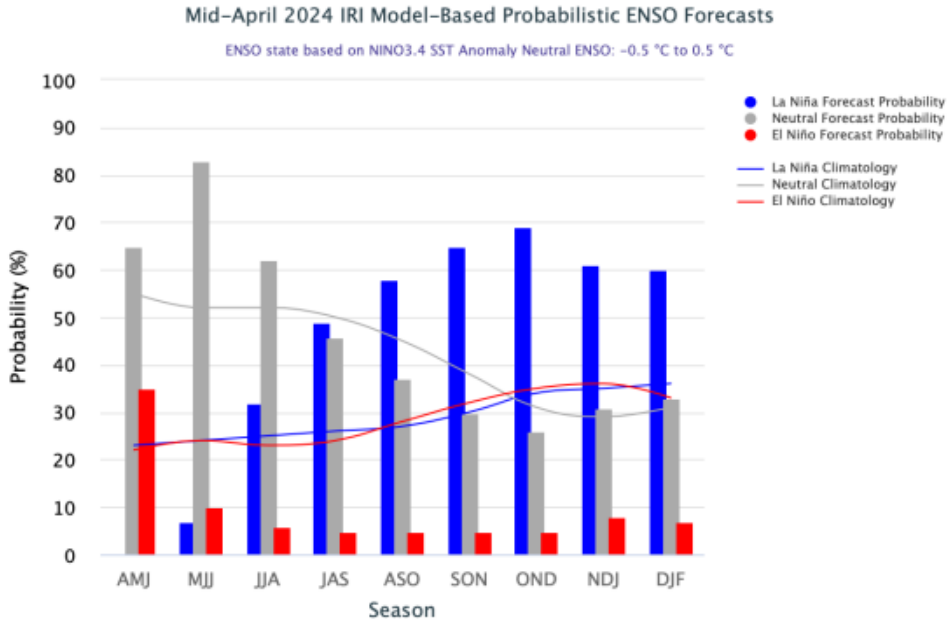


**Figura 4**. Previsão probabilística baseada em modelos estatísticos e dinâmicos para a ocorrência do fenômeno ENOS. Dados: http://iri.columbia.edu.

## 3. Diagnóstico climático no Estado do Amazonas

A Figura 5 exibe as anomalias de precipitação (mm/mês) na bacia Amazônica durante os meses de dezembro de 2023 e janeiro, fevereiro e março de 2024, utilizando os dados do produto de precipitação global (MSWEP). Em dezembro, ocorreram chuvas acima da média em grande parte da bacia Amazônica, devido à influência da Oscilação Madden-Julian (OMJ) na região, entretanto, a porção sul da bacia apresentou chuvas abaixo da média. Nos meses de janeiro e fevereiro, foram registradas chuvas acima da média no centro-sul do estado do Amazonas e sudoeste da bacia Amazônica, devido à atuação da Alta da Bolívia (AB) e à atividade de áreas de instabilidade atmosférica associadas à Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). No entanto, as porções centro-norte e extremo sul da bacia Amazônica tiveram chuvas abaixo da média devido ao aquecimento anômalo do Pacífico e do Atlântico Tropical Norte. Em março, as chuvas ficaram acima da média na faixa central dos estados do Pará e Amazonas, devido à influência da ZCIT. Por outro lado, norte e sul da bacia Amazônica, as chuvas ficaram abaixo da média devido à influência do El Niño e do Atlântico Tropical Norte.

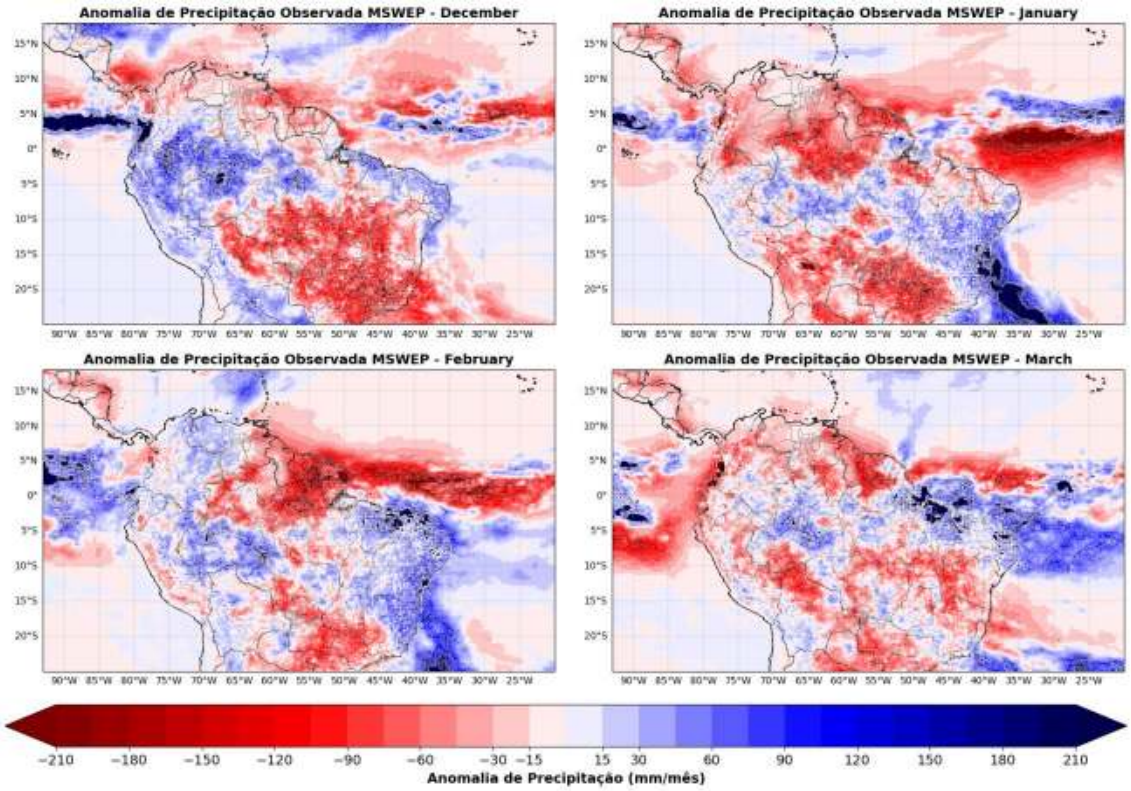


**Figura 5**. Anomalia de chuva (mm/mês) na Amazônia para os meses de dezembro de 2023 e janeiro, fevereiro e março de 2024 provenientes dos dados do produto de precipitação global (MSWEP).

### 3.1 Prognóstico climático no Estado do Amazonas

As previsões das anomalias de chuva (mm/mês) provenientes dos modelos sazonais do Multimodel Ensemble Norte Americano (NMME) e dos modelos sazonais do European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) são mostradas nas figuras 6 e 7 respectivamente, para os meses de abril, maio, junho e julho. Conforme as previsões, o mês de abril deverá ter chuvas acima da média em grande parte do Estado do Amazonas, na faixa centro-leste. Os meses de maio, junho e julho apontam para chuvas abaixo da média em toda a bacia Amazônica.

As previsões das anomalias de temperatura média do ar (em ºC) para os meses de abril, maio, junho e julho são apresentadas nas figuras 8 e 9, provenientes do Multimodel Ensemble Norte Americano (NMME) e dos modelos sazonais do European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). Os resultados indicam que as temperaturas devem exceder a média climatológica em 1,5ºC em toda a bacia Amazônica.

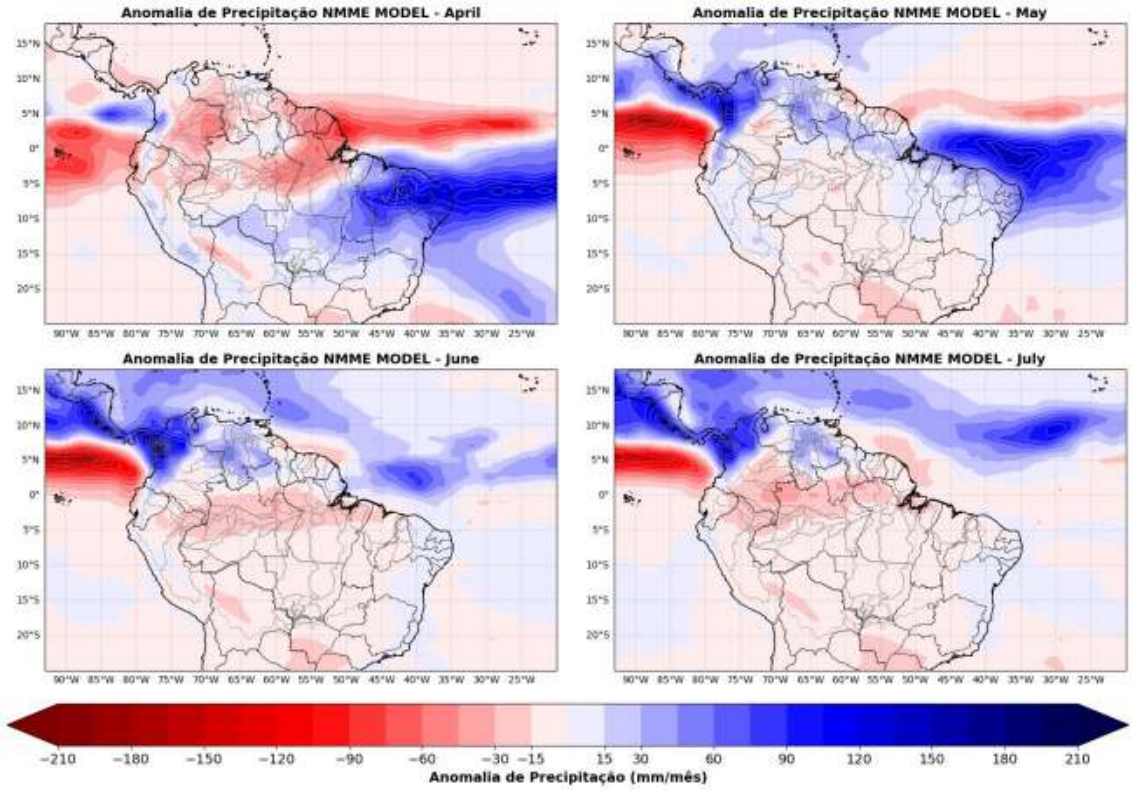


**Figura 6**. Anomalias de chuva das previsões sazonais do Multimodel Ensemble Norte Americano (NMME) para os meses de abril a julho (AMJJ). Fonte dos dados: NMME.

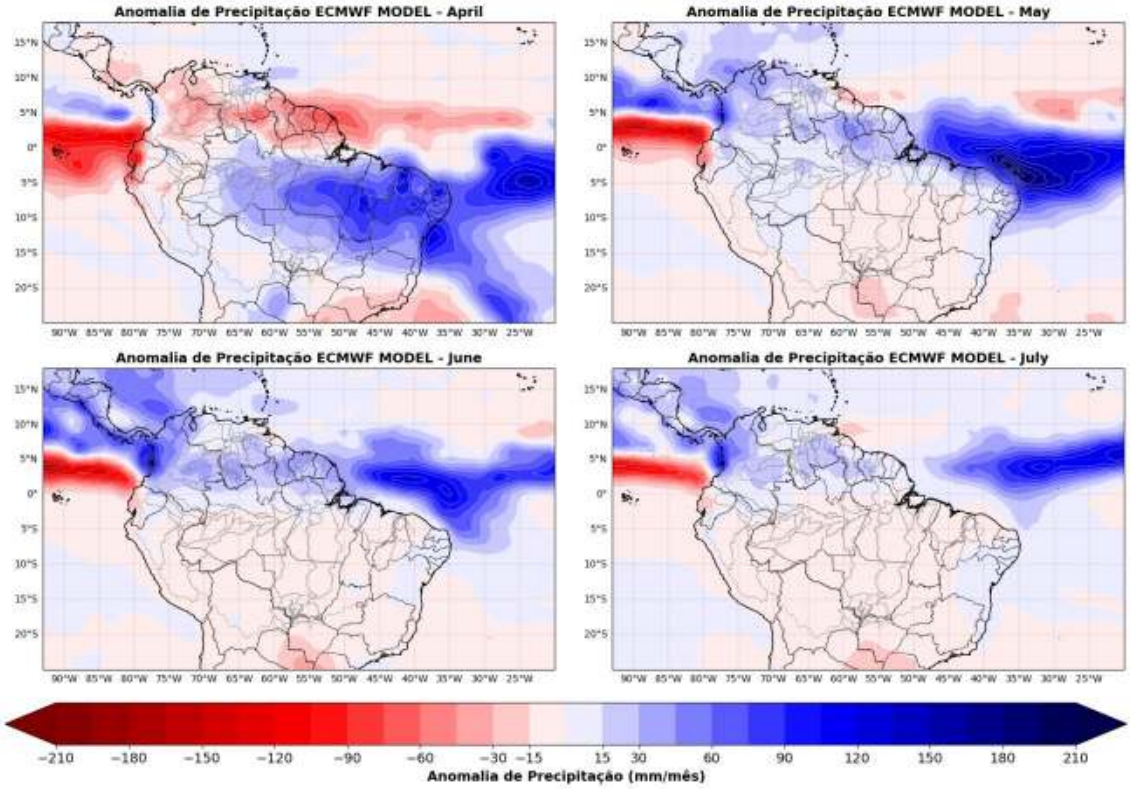


**Figura 7**. Anomalias de chuva das previsões sazonais do European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) para os meses de abril a julho (AMJJ). Fonte dos dados: ECMWF.

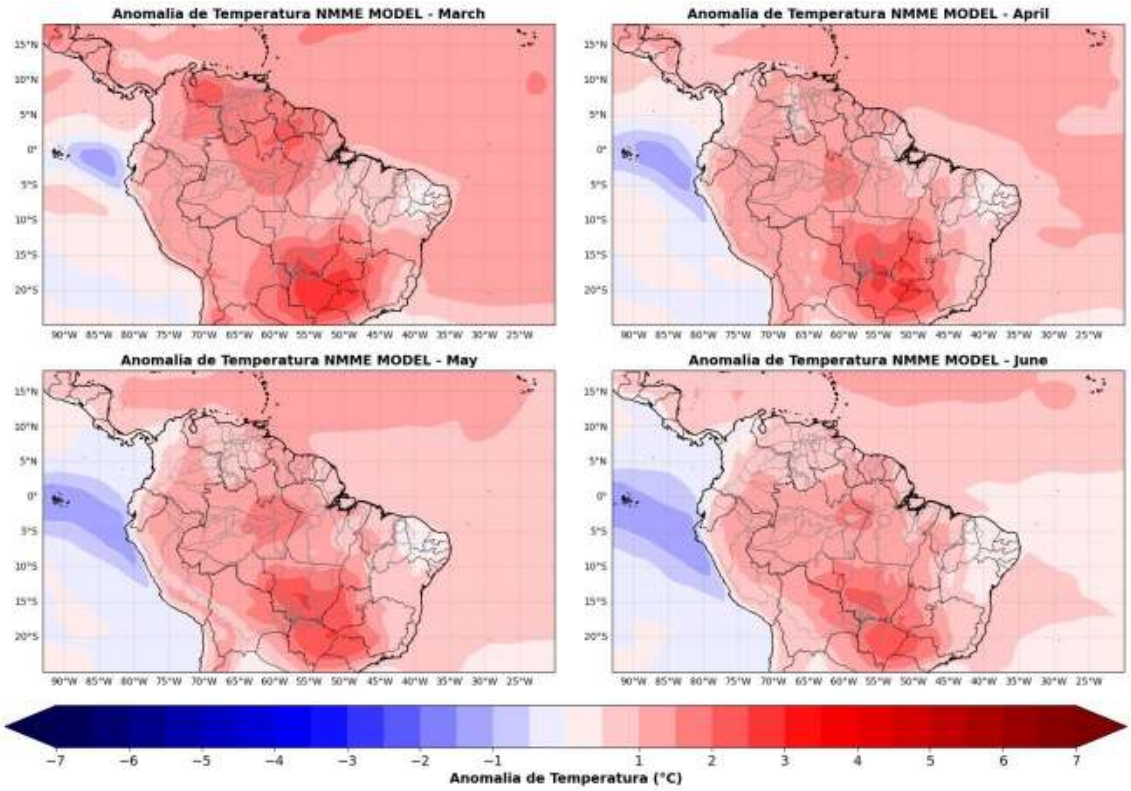


**Figura 8**. Anomalias de temperatura média do ar (2m) das previsões sazonais do Multimodel Ensemble Norte Americano (NMME) para os meses de março a junho (AMJJ). Fonte dos dados: NMME.

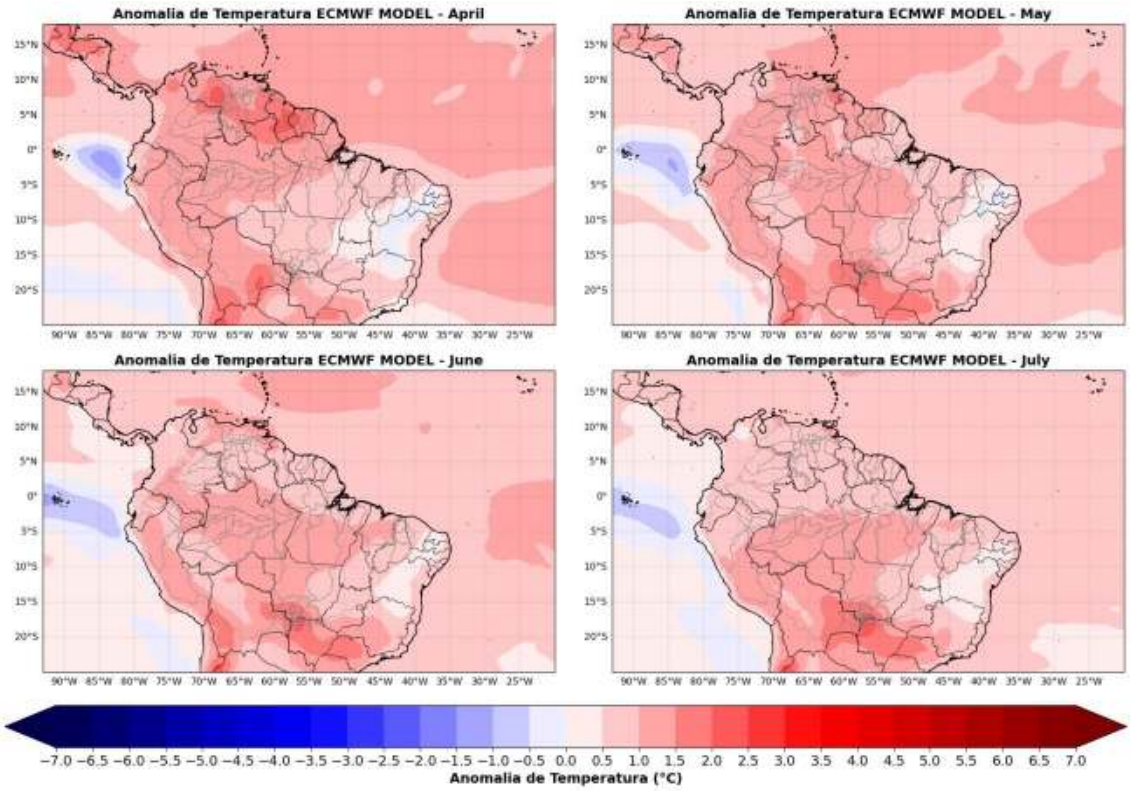


**Figura 9**. Anomalias de temperatura média do ar (2m) das previsões sazonais do European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) para os meses de março a junho (AMJJ). Fonte dos dados: NMME.

## 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

O rio Solimões está apresentando oscilações em Tabatinga, com registros de descida em Fonte Boa, enquanto continua em processo de enchente em Itapéua e Manacapuru. Os níveis observados nas estações monitoradas do Solimões estão dentro do intervalo considerado normal, com exceção de Tabatinga, onde as cotas estão ligeiramente abaixo da faixa de valores mais frequentemente observados para esta época do ano.

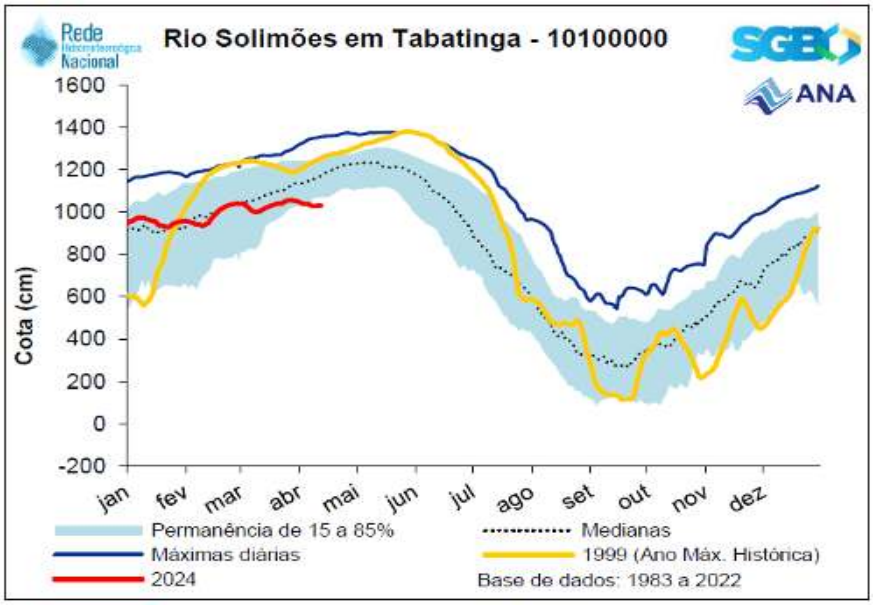


**Figura 10**. Cotagrama da estação fluviométrica de Tabatinga na bacia do rio Solimões. Fonte: SGB. **Cota em 19/04/2024: 1032 cm**.

b) **Rio Negro**

Esta semana, o rio Negro voltou a descer, com uma média diária de recessão de 7 cm em São Gabriel da Cachoeira e 5 cm em Tapuruquara. Por outro lado, em Barcelos, o rio continua em processo de enchente. Em Manaus, na estação do Porto, o rio Negro continua subindo, com elevações médias diárias de 6 cm. As estações monitoradas ao longo desta calha registram níveis considerados normais para o período.

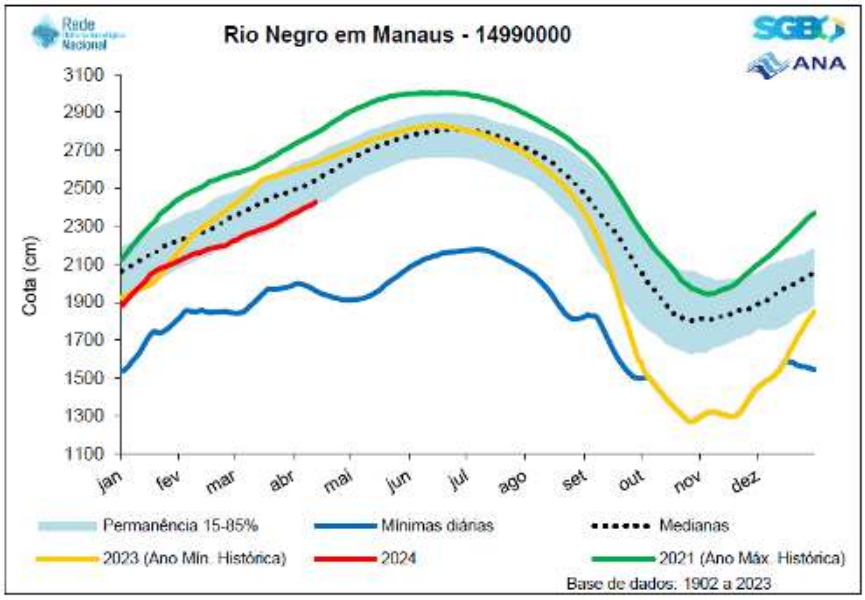


**Figura 11**. Cotagrama do rio Negro em Manaus. Fonte: SGB. **Cota em 19/04/2024: 2472 cm.**

### c) Rio Purus

Durante esta semana, o rio Acre em Rio Branco apresentou oscilações em seu nível. Enquanto isso, em Beruri, o rio Purus continua seguindo seu processo regular de enchente.

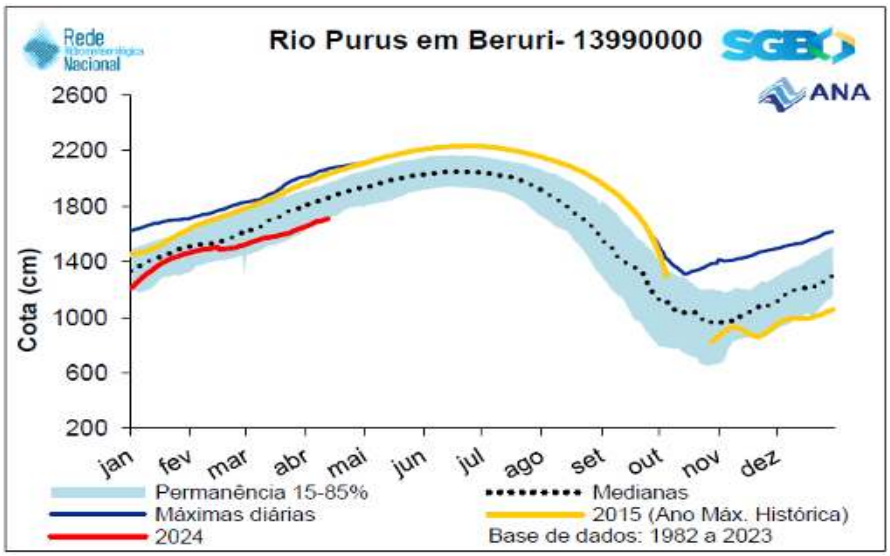


**Figura 12**. Cotagrama do rio Purus em Beruri. Fonte: SGB. **Cota em 19/04/2024: 1746 cm.**

**d) Rio Madeira**

No início da semana, o rio Madeira registrou descidas em Porto Velho, porém, nos registros mais recentes, voltou a subir. Em Humaitá, o rio Madeira também demonstra certa estabilidade, com pequenas subidas nos últimos dias.

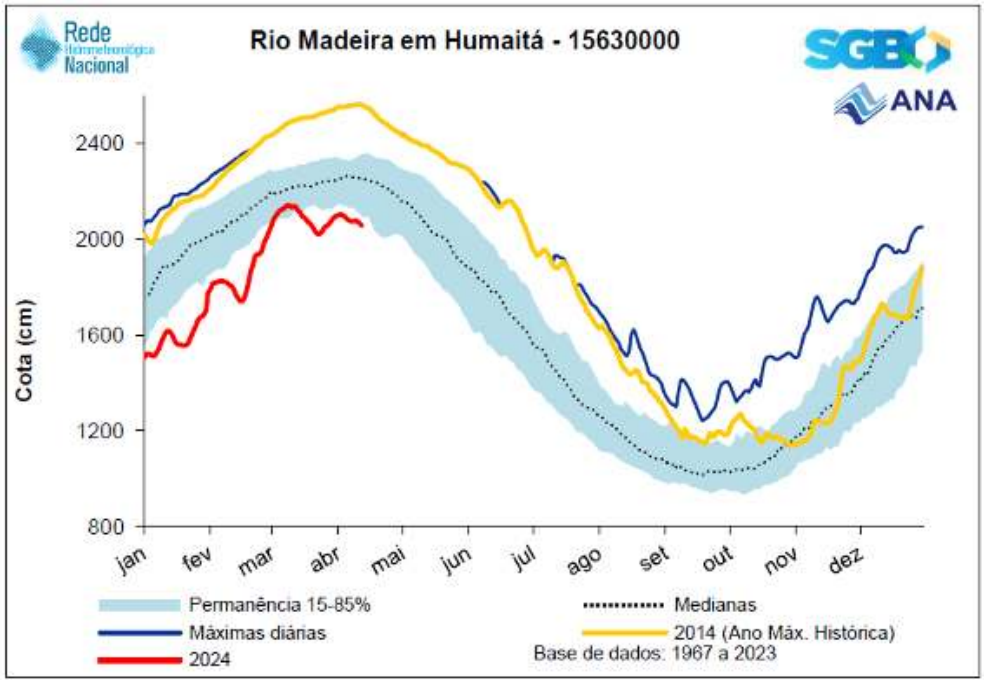


**Figura 13**. Cotagrama do rio Madeira em Humaitá. Fonte: SGB. **Cota em 19/04/2024: 2014 cm.**

**e) Rio Amazonas**

Durante esta semana, o rio Amazonas continuou seu processo de enchente, com elevações diárias na ordem de 5 cm em Itacoatiara, 4,5 cm em Parintins e 3 cm em Óbidos. Nas mencionadas estações ao longo do rio Amazonas, os níveis estão abaixo da faixa considerada normal para o período.

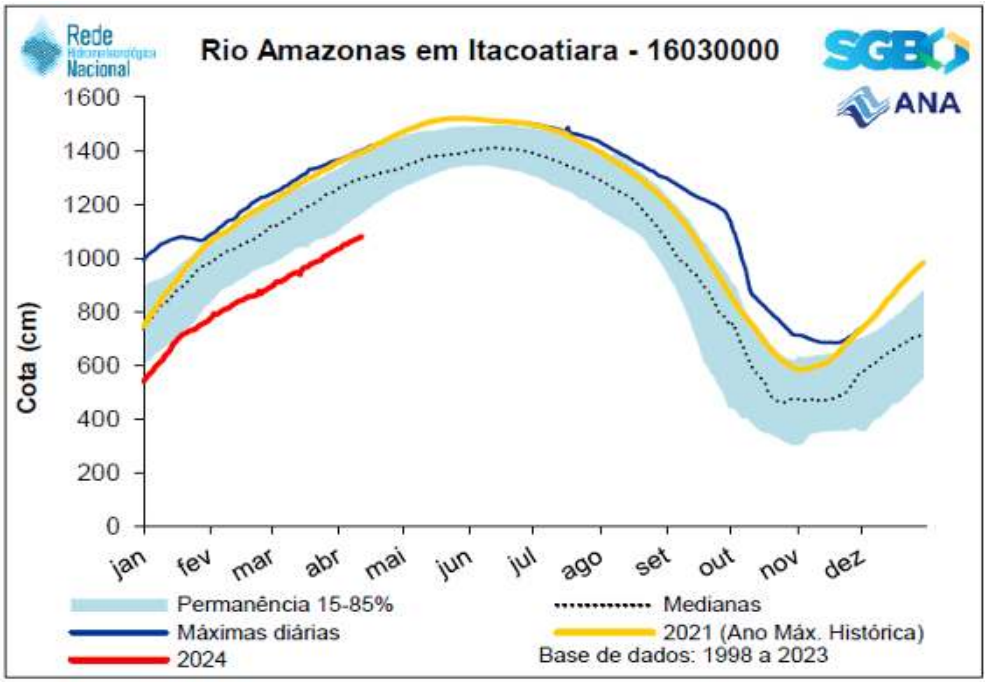


**Figura 14**. Cotagrama do rio Amazonas em Itacoatiara. Fonte: SGB. **Cota em 19/04/2024: 1120 cm**

## 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 fevereiro, março, abril e maio. 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 14 e 15 exibem as previsões das vazões para as estações de Tabatinga e Tefé, respectivamente. Segundo as previsões, é esperado que as vazões diminuam partir da última semana de abril em Tabatinga. Em Tefé, as previsões indicam um leve aumento das vazões nos meses de abril e na primeira quinzena de maio, contudo, na segunda quinzena de maio as previsões apontam para o início da vazante neste localidade.

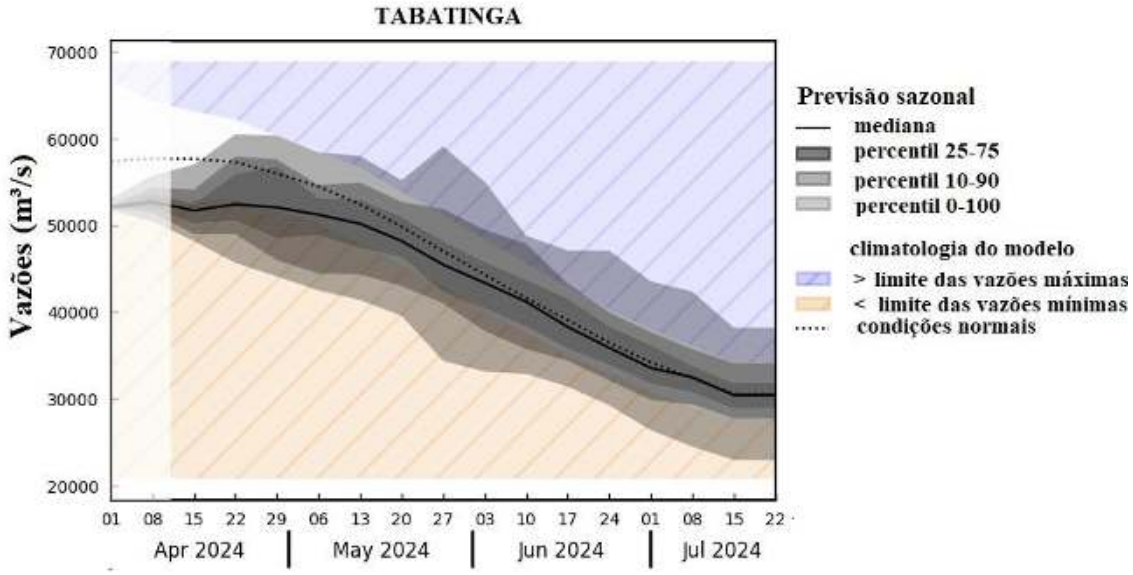


**Figura 14**. Provisões sazonais das vazões para a estação de Tabatinga com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

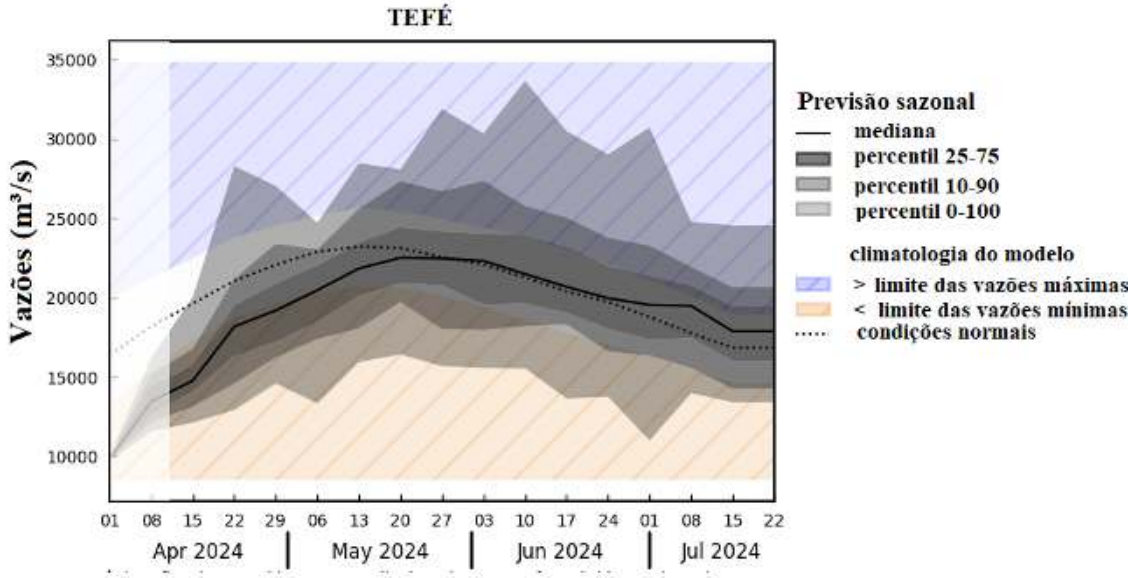


**Figura 15**. Previsões sazonais das vazões para a estação de Tefé com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

**b) Rio Negro**

As Figuras 16 e 17 exibem as previsões das vazões para as estações de São Gabriel da Cachoeira e Manaus, respectivamente. Prevê-se um aumento das vazões na estação de São Gabriel da Cachoeira nos próximos dois meses nesta região. Em relação a Manaus, as vazões são esperadas atingir o nível máximo em maio, com o início do processo de vazante no final deste mesmo mês.

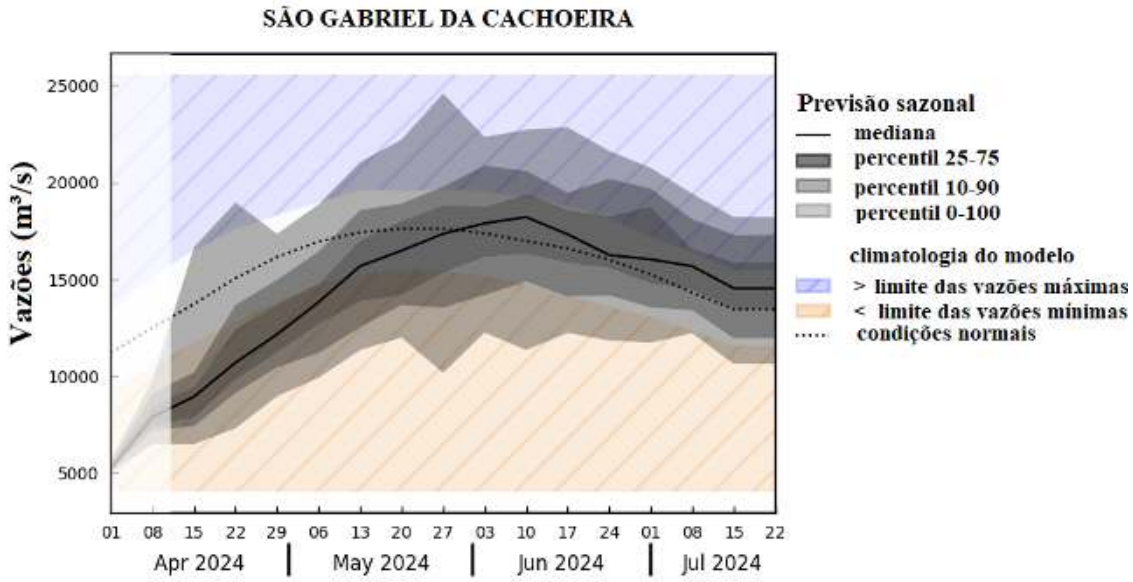


**Figura 16**. Previsões sazonais das vazões para a estação de São Gabriel da Cachoeira com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

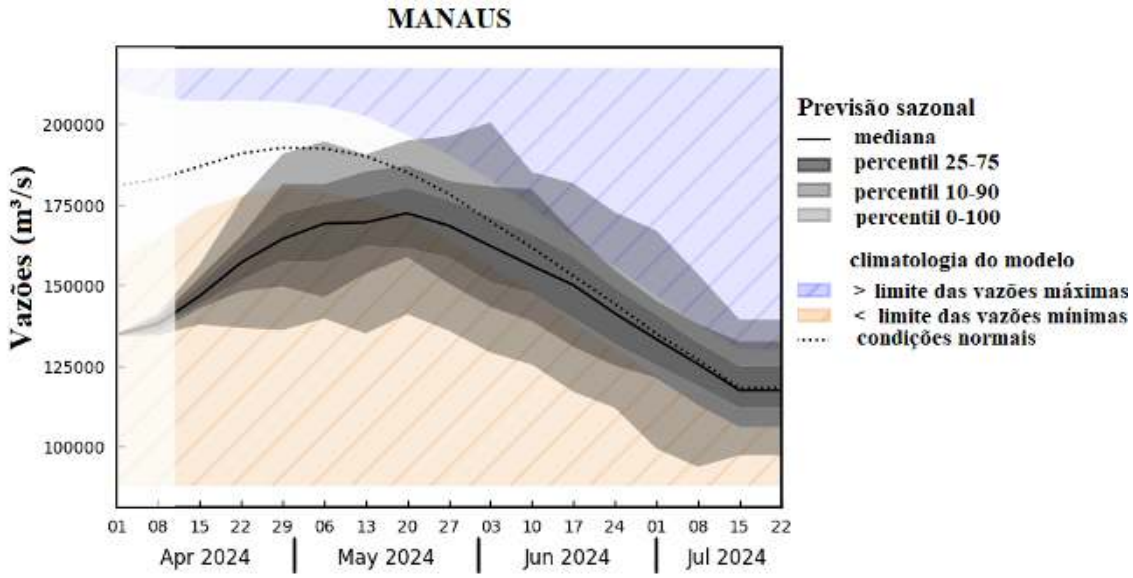


**Figura 17**. Previsões sazonais das vazões para a estação de Manaus com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

**c) Rio Madeira**

As figuras 18 apresentam as previsões dos níveis (cota) na estação de Humaitá para os próximos quatro meses com o modelo hidrológico MGB-IPH forçado com as previsões do modelo sazonal ECMWF. De acordo com as previsões hidrológicas (cota), é esperado que os níveis hidrométricos na estação de Humaitá continuem diminuindo ao longo dos próximos meses, com níveis abaixo do esperado. As previsões mostram que está localidade deverá entrar em situação de estiagem severa no mês de julho.

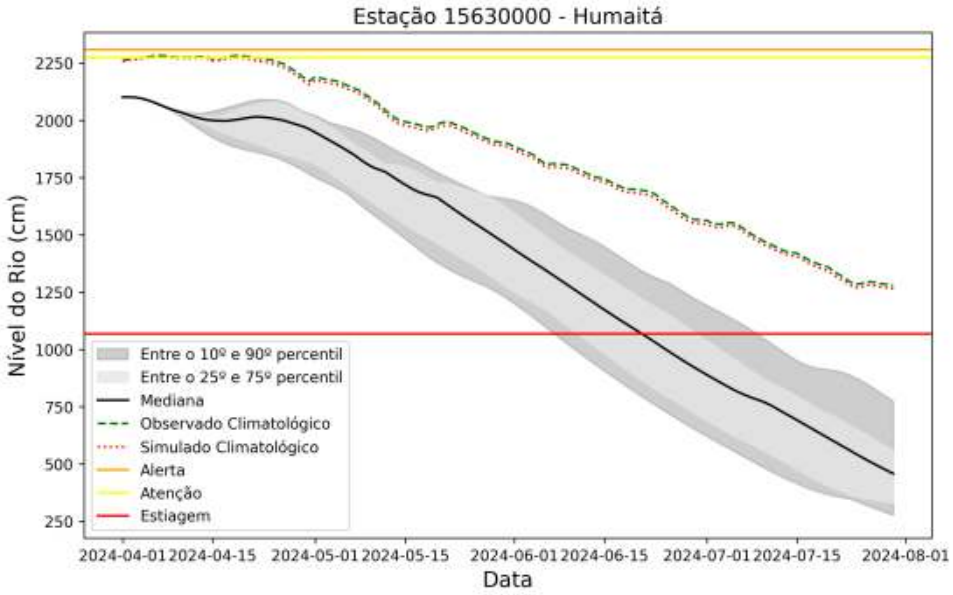


**Figura 18**. Previsões sazonais de níveis (cota) para a estação de Humaitá com base nos dados do modelo hidrológico MGB-IPH forçado com os dados do modelo sazonal do ECMWF.

**d) Rio Amazonas**

A Figura 19 exibe as previsões das vazões na estação de Itacoatiara - Tabocal. Espera-se que as vazões continuem aumentando nos meses de abril a até meados de maio, com os níveis abaixo da normalidade durante todo o período de previsão. Além disso, as previsões apontam para o início antecipado do processo de vazante a partir do mês de maio.

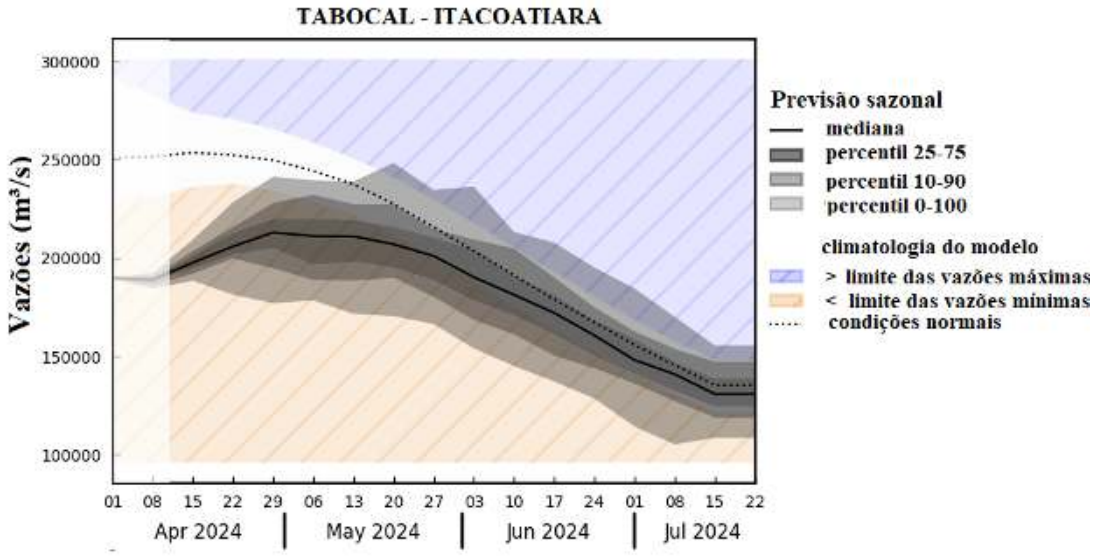


**Figura 19**. Provisões sazonais das vazões para a estação de Itacoatiara com base nos dados do ECMWF.

**Síntese do prognóstico sazonal hidroclimático**

Ainda são detectadas Temperaturas da Superfície do Mar (TSM) acima da média no oceano Pacífico Equatorial, especialmente em sua região central e oeste. Entretanto, o enfraquecimento do fenômeno El Niño é evidenciado pelo resfriamento anômalo das águas superficiais. As previsões climáticas indicam a iminência do término do fenômeno El Niño e o início de uma fase de neutralidade ainda neste trimestre (AMJ). Além disso, prevê-se a persistência do aquecimento anômalo das águas superficiais no Atlântico Norte e Sul, influenciando a atividade e a posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), o que resultará em uma considerável variabilidade no regime de chuvas na bacia Amazônica. Diante desse cenário, o prognóstico climático para o quadrimestre de abril, maio, junho e julho (AMJJ) de 2024 aponta para:

a) **Precipitação**: Chuvas abaixo da média em toda a bacia Amazônica, exceto no extremo norte dos Estados do Amazonas e Roraima, onde as chuvas deverão ficar acima da média.
b) **Temperaturas**: Acima da média climatológica em toda a bacia Amazônica.

c) **Níveis dos rios**: Alta probabilidade do período de vazante iniciar de forma antecipada nas localidades de Tabatinga e Manaus. No rio Amazonas (Itacoatiara – Tabocal), os níveis deverão permanecer abaixo do esperado para esse quadrimestre. A bacia do rio Madeira demanda uma atenção especial, pois há alta probabilidade de ocorrência de uma estiagem severa entre os meses de junho e julho.