GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS – UEA

3º BOLETIM DE PROGNÓSTICO SAZONAL HIDROCLIMÁTICO DO AMAZONAS

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

Março, 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 6
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 14
Síntese do prognóstico sazonal hidroclimático 18

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 novembro, dezembro, janeiro, fevereiro (NDJF), com base nos dados do produto de precipitação global com uma resolução de 0,1° (MSWEP - Multi-Source Weighted-Ensemble Precipitation). No mês de novembro, ocorre a transição da estação seca para a estação chuvosa na bacia Amazônica, seguido pelos meses de dezembro a fevereiro, quando a estação chuvosa se estabelece completamente na região. Durante esse período, as chuvas atingem seu pico em grande parte da Região Amazônica, com um aumento gradual da precipitação nos estados do Amazonas, Pará, Maranhão, Rondônia, além das regiões central e norte de Mato Grosso e Tocantins. A partir de janeiro, eventos como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) tornam-se mais frequentes. A ZCAS pode ser identificada climatologicamente nas imagens de satélite como uma faixa de nebulosidade que se estende do noroeste do Amazonas até o oceano Atlântico, com orientação noroeste-sudeste. Neste período, a ZCIT já se desloca para uma posição mais ao sul. Os menores índices de precipitação (abaixo de 100 mm) são observados no estado de Roraima, que nesta época do ano inicia sua estação de menor pluviosidade na região.

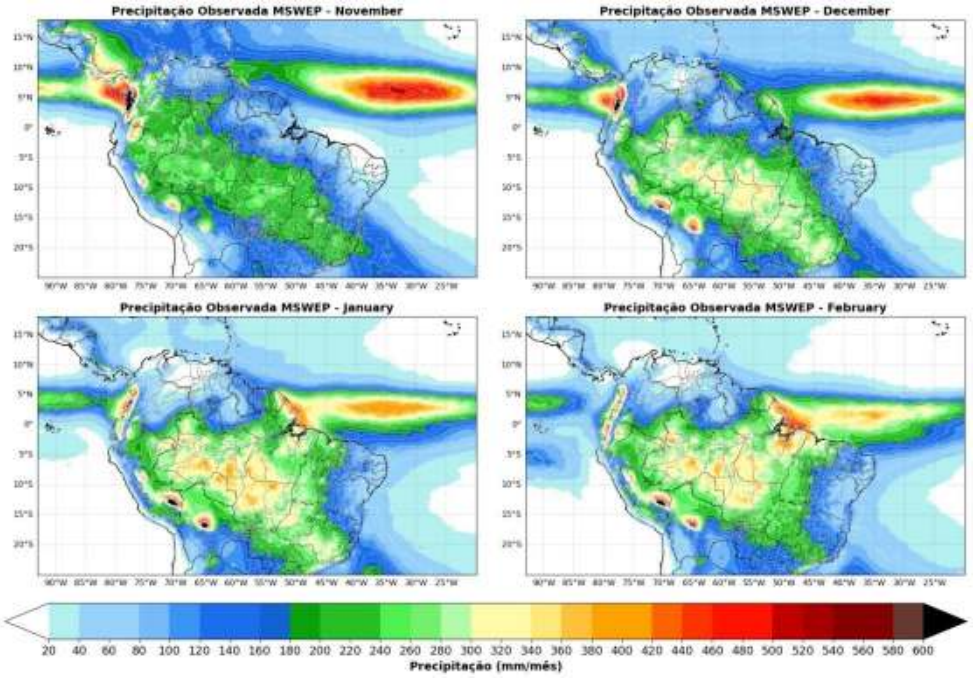

Figura 1. Climatologia de precipitação (mm/mês) na Amazônia entre os anos de 1992 a 2023 com base nos dados do produto de precipitação global (MSWEP).

1.1 Diagnóstico 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 fevereiro de 2024. O aquecimento anômalo persistiu nas regiões de monitoramento do Pacífico Equatorial com anomalias de 1,45ºC, evidenciando a continuação do fenômeno El Niño. Vale ressaltar que o aquecimento nas áreas de Niño 4 e Niño 1+2 reduziram quando comparado ao mês anterior. No Atlântico Tropical, foram mantidas as anomalias positivas de TSM acima da média na bacia norte e sul.

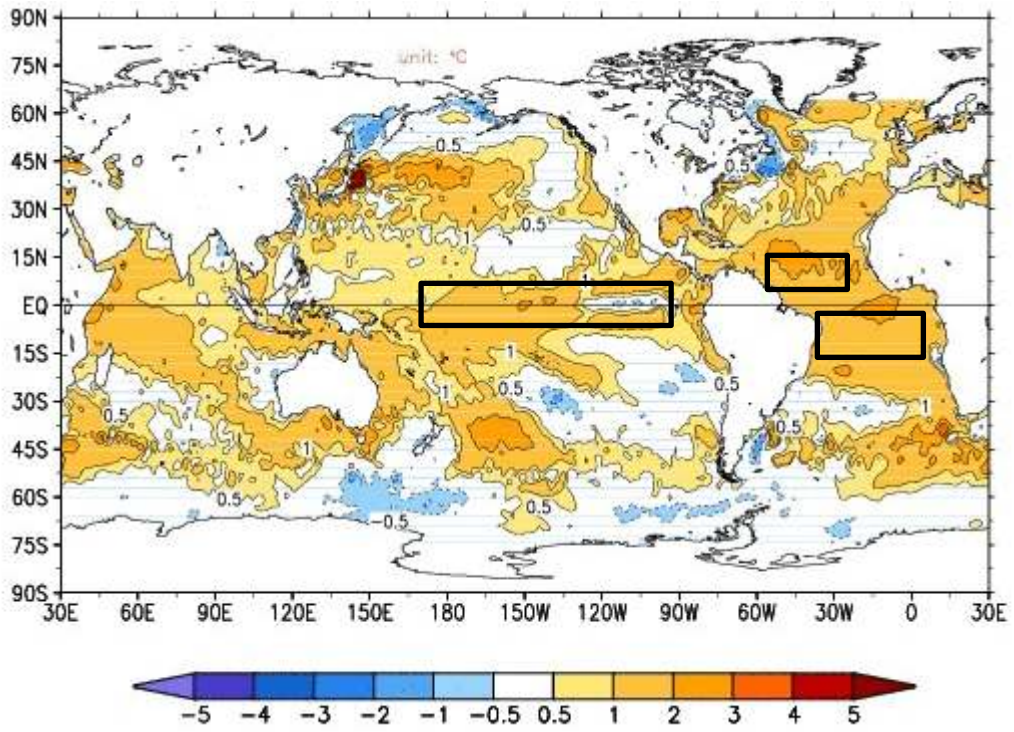

Figura 2. Distribuição das anomalias da temperatura da superfície do mar (TSM) para o mês de fevereiro de 2024. Fonte dos dados: NCEP/NOAA – EUA. https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/GODAS/

2.1 Prognóstico fenômeno ENOS – El Niño Oscilação Sul

A figura 3 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 a continuidade do fenômeno climático El Niño no Pacífico Equatorial para os próximos três meses (MAM – 2024) com redução progressiva e significativa das anomalias

positivas de TSM. Com relação às previsões probabilísticas (figura 4), há uma probabilidade de 83% de que o El Niño continue influenciando o regime de chuvas e temperaturas na Amazônia (estado do Amazonas) durante o trimestre de MAM, além de uma probabilidade de 71% de que o Pacífico Equatorial entre na fase de neutralidade nos meses de maio a julho.

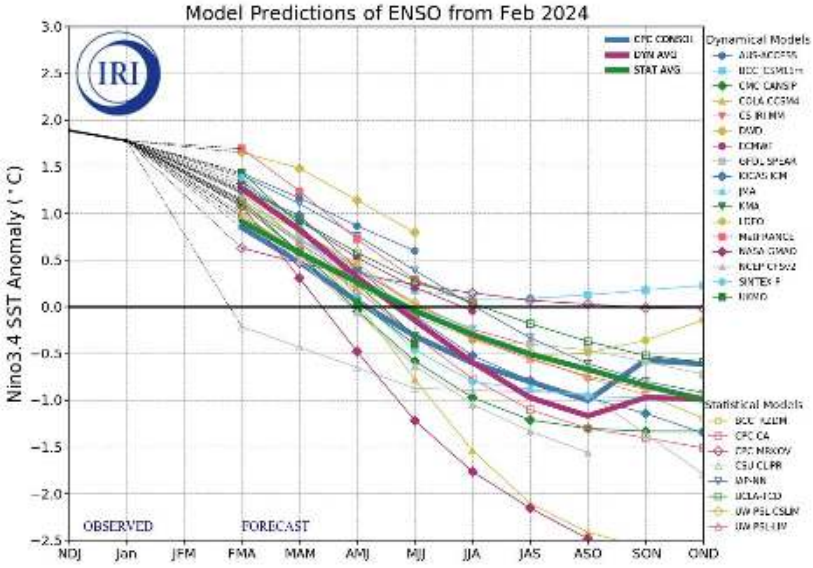

Figura 3. Pluma com o prognóstico dos modelos estatísticos e dinâmicos para a ocorrência do fenômeno ENOS. Dados: http://iri.columbia.edu.

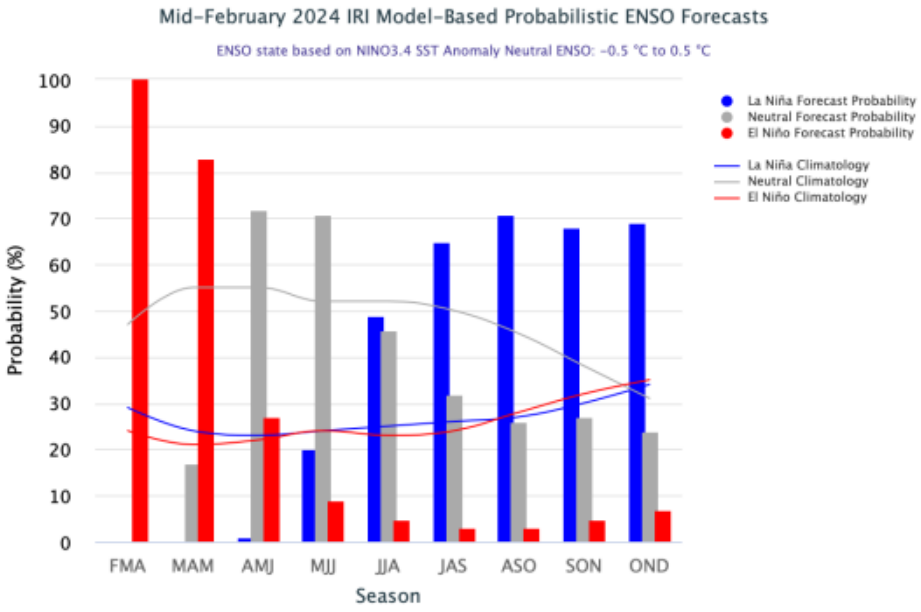

Figura 4. Previsão probabilística baseada em modelos estatísticos e dinâmicos para a ocorrência do fenômeno ENOS. Dados: http://iri.columbia.edu.

3. Diagnóstico climático no Estado do Amazonas

A Figura 5 apresenta as anomalias de precipitação (mm/mês) na bacia Amazônica durante os meses de novembro e dezembro de 2023 e, janeiro e fevereiro de 2024, utilizando os dados do produto de precipitação global (MSWEP). Durante o mês de novembro, foi observado um padrão de chuvas abaixo da média climatológica em quase toda a região da bacia Amazônica, especialmente no estado do Amazonas. Essa diminuição das chuvas foi atribuída à influência do fenômeno climático El Niño, juntamente com anomalias positivas de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Atlântico Tropical Norte.

Em dezembro, observaram-se chuvas acima da média, em grande parte da bacia Amazônica, devido à passagem do fenômeno climático Oscilação Madden-Julian (OMJ) pela região, contudo, as chuvas ficaram abaixo da média na porção sul da bacia. Nos meses de janeiro e fevereiro, as chuvas acima da média foram predominantemente observadas no sul do estado do Amazonas e sudoeste da bacia Amazônica em decorrência da atuação do sistema meteorológico denominado de Alta da Bolívia (AB) e de áreas de instabilidade atmosféricas associadas à Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Entretanto, na região centro-norte da bacia Amazônica e região do alto Madeira, as chuvas permaneceram abaixo da média climatológica, em parte devido às anomalias positivas de TSM associadas ao El Niño e ao Atlântico Tropical Norte.

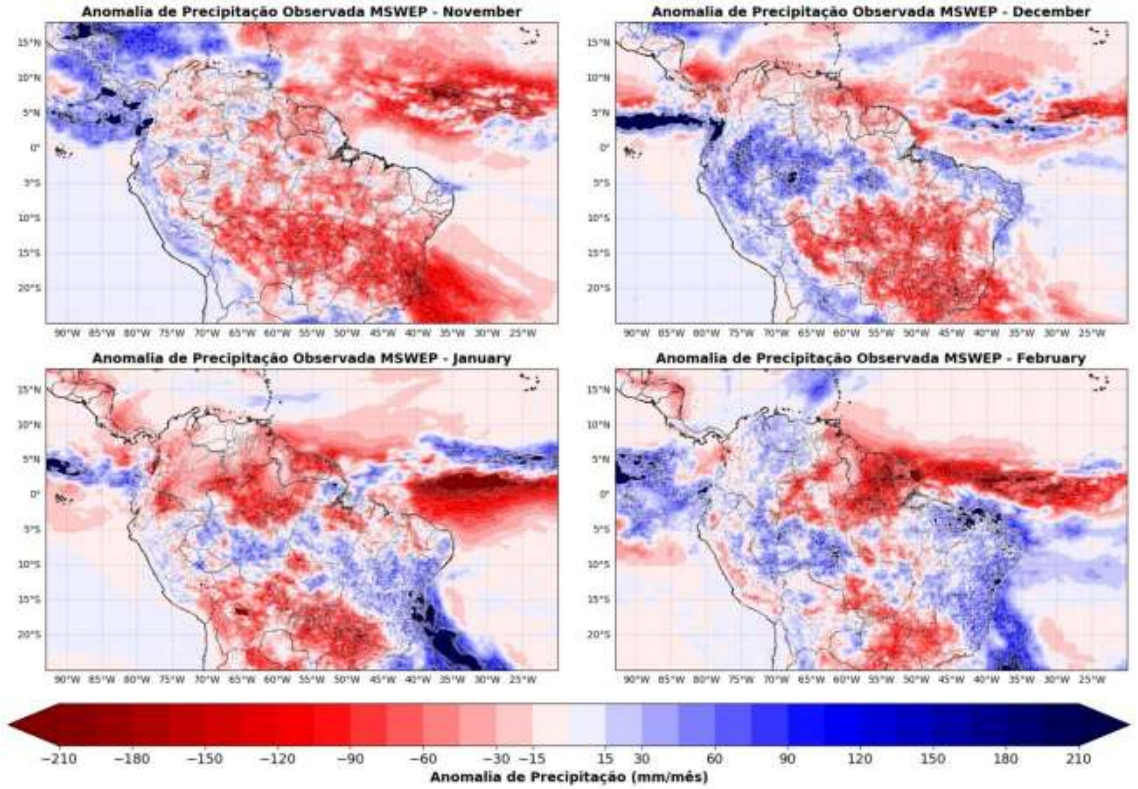

Figura 5. Anomalia de chuva (mm/mês) na Amazônia para os meses de outubro, novembro, dezembro de 2023 e janeiro de 2024 provenientes dos dados do produto de precipitação global (MSWEP).

3.1 Prognóstico climático no Estado do Amazonas

As projeções das anomalias de chuva (mm/dia) provenientes dos modelos sazonais do Multimodel Ensemble Norte Americano (NMME) são mostradas na figura 6 para os meses de março, abril, maio e junho. Conforme as previsões, são esperados que as chuvas em março e abril fiquem abaixo da média climatológica no sul do estado do Amazonas (nas regiões de Juruá, Jutaí e Purus) e na bacia do alto Madeira e acima da média no alto solimões, nas demais localidades as chuvas deverão ficar dentro do esperado. Em maio e junho, as previsões indicam que as chuvas deverão ficar abaixo da média climatológica em toda a bacia Amazônica.

Quanto às previsões das anomalias de temperatura média do ar (ºC), representadas na figura 7 provenientes do Multimodel Ensemble Norte Americano (NMME), para os meses de março, abril, maio e junho, indicam que as temperaturas devem exceder a média climatológica em 1,5ºC em toda a bacia Amazônica e no estado do Amazonas. Entretanto, as previsões indicam que as regiões, centro-leste (Manaus) e sudeste do estado do Amazonas, as anomalias podem chegar a 2ºC acima da média.

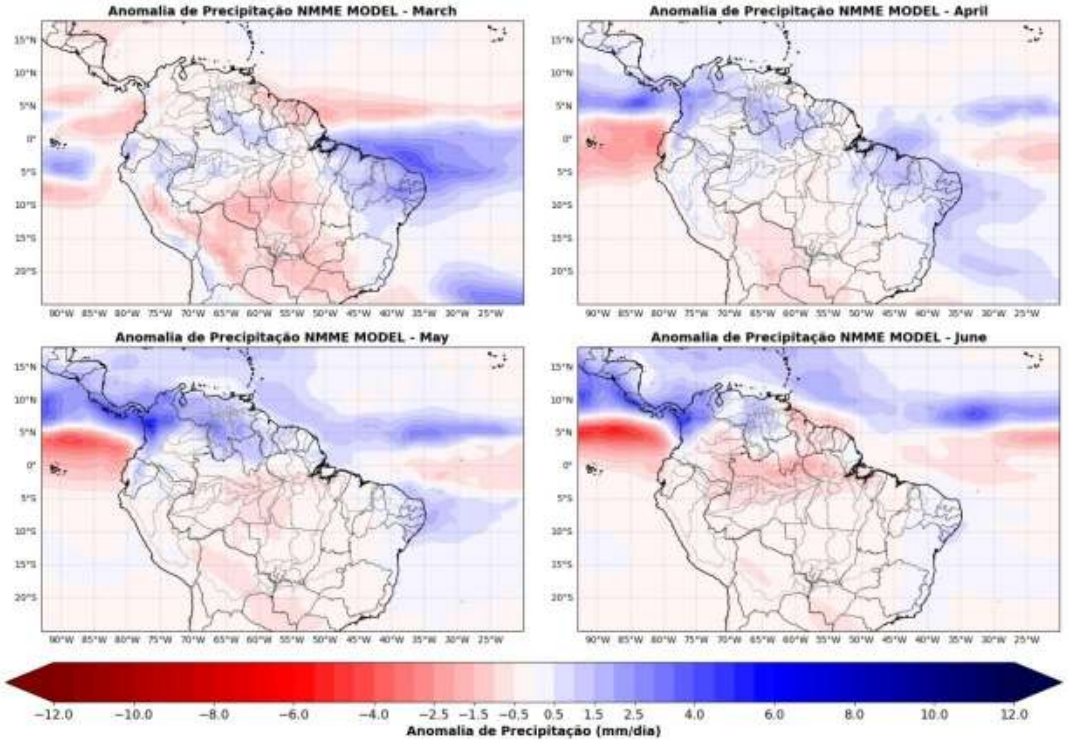

Figura 6. Anomalias de chuva das previsões sazonais do Multimodel Ensemble Norte Americano (NMME) para os meses de março a junho (MAMJ). Fonte dos dados: NMME.

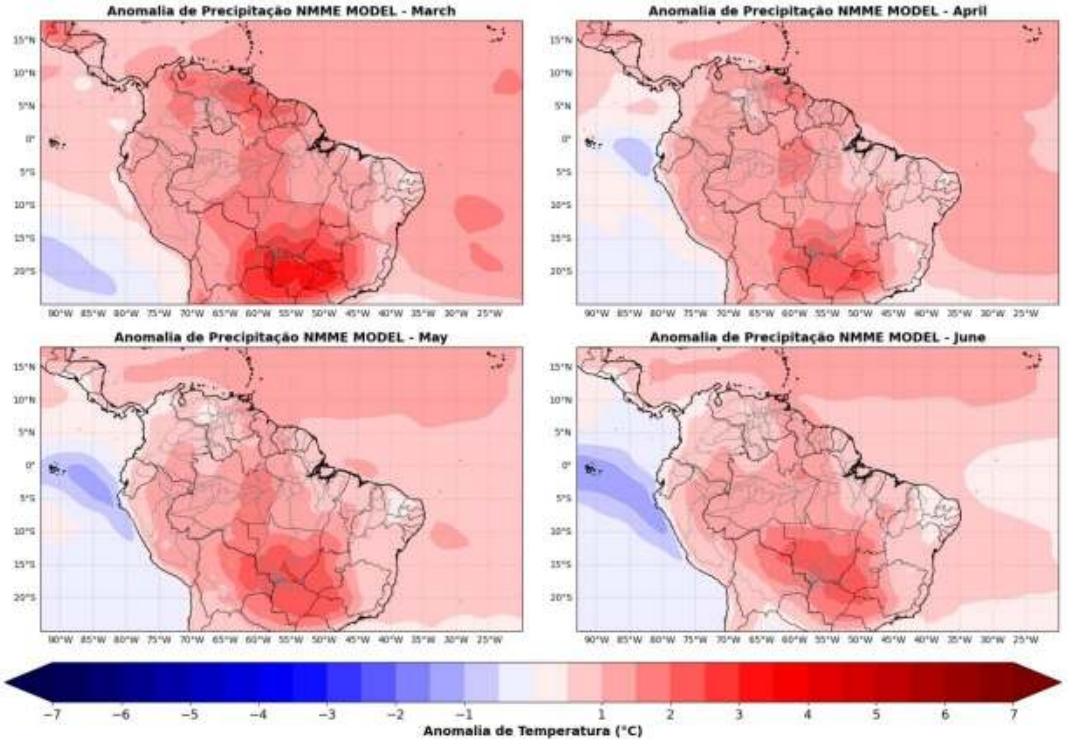

Figura 7. Anomalias de temperatura média do ar (2m) das previsões sazonais do Multimodel Ensemble Norte Americano (NMME) para os meses de março a junho (MAMJ). Fonte dos dados: NMME.

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 voltou a subir em Tabatinga, registrando elevações médias diárias na ordem de 5cm. Enquanto isso, em Fonte Boa e Itapéua, o Solimões demonstrou certa estabilidade no processo de subida, com elevações menores nesta semana. Em Manacapuru, o rio continua subindo com uma média diária de 3 cm, mantendo níveis considerados normais para a época.

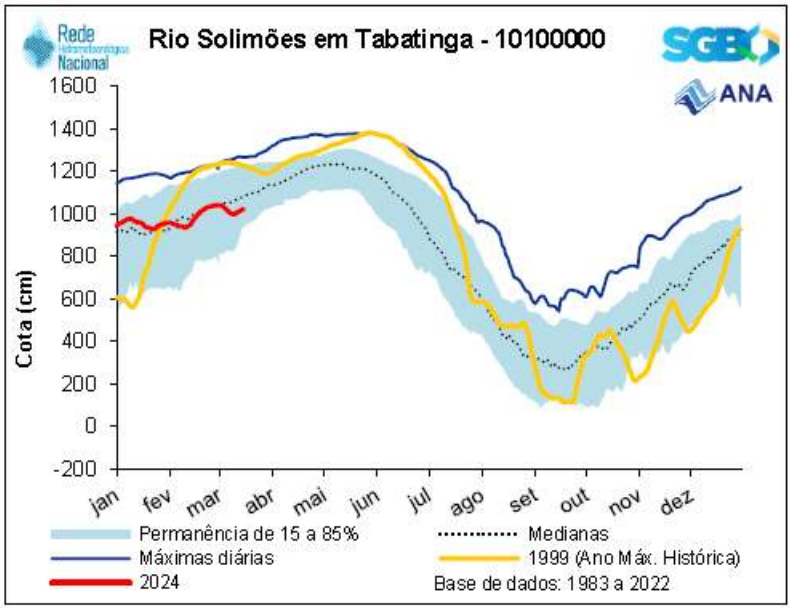

Figura 8. Cotagrama da estação fluviométrica de Tabatinga na bacia do rio Solimões. Fonte: SGB. **Cota em 15/03/2024: 1023 cm**.

b) Rio Negro

O Rio Negro registrou subidas em Tapuruquara ao longo da semana, mas voltou a descer no registro mais recente. Em Barcelos, o rio iniciou a semana com descidas e subiu nos últimos apontamentos. Em Manaus, o Rio Negro continua subindo, com elevações médias diárias na ordem de 4 cm, mantendo níveis no limite da faixa da normalidade para o período.

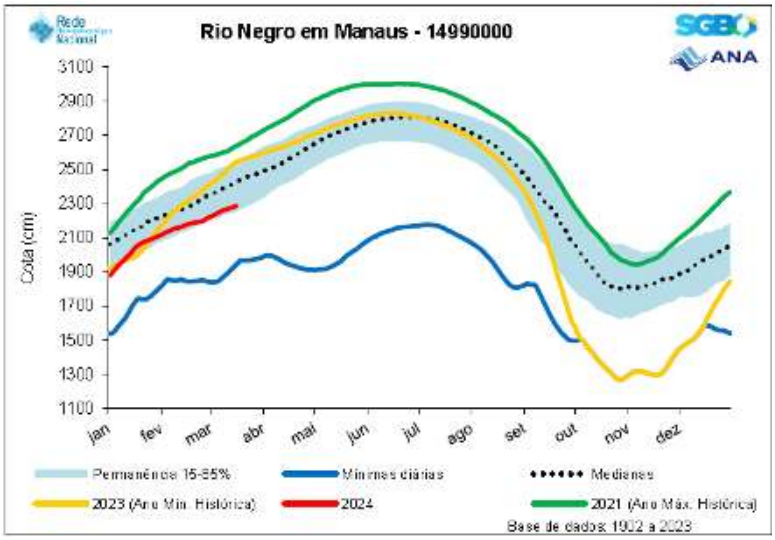

Figura 9. Cotagrama do rio Negro em Manaus. Fonte: SGB. **Cota em 15/03/2024: 2286 cm.**

c) Rio Purus

Ao longo da semana, o Rio Acre em Rio Branco registrou descidas acentuadas, com uma média diária de 1,23 metros, o que levou os níveis desta estação de monitoramento a retornarem à faixa da normalidade para a época. Em Beruri, o Rio Purus manteve pequenas subidas, na ordem de 2 centímetros diários.

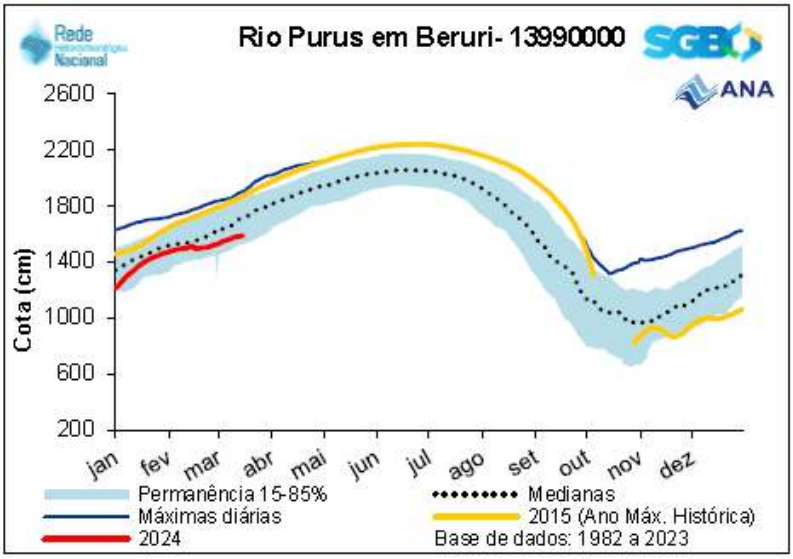

Figura 10. Cotagrama do rio Purus em Beruri. Fonte: SGB. **Cota em 15/03/2024: 1583 cm.**

d) Rio Madeira

Na última semana, o Rio Madeira apresentou descidas em Porto Velho e continua subindo em Humaitá, registrando níveis considerados normais para a estação.

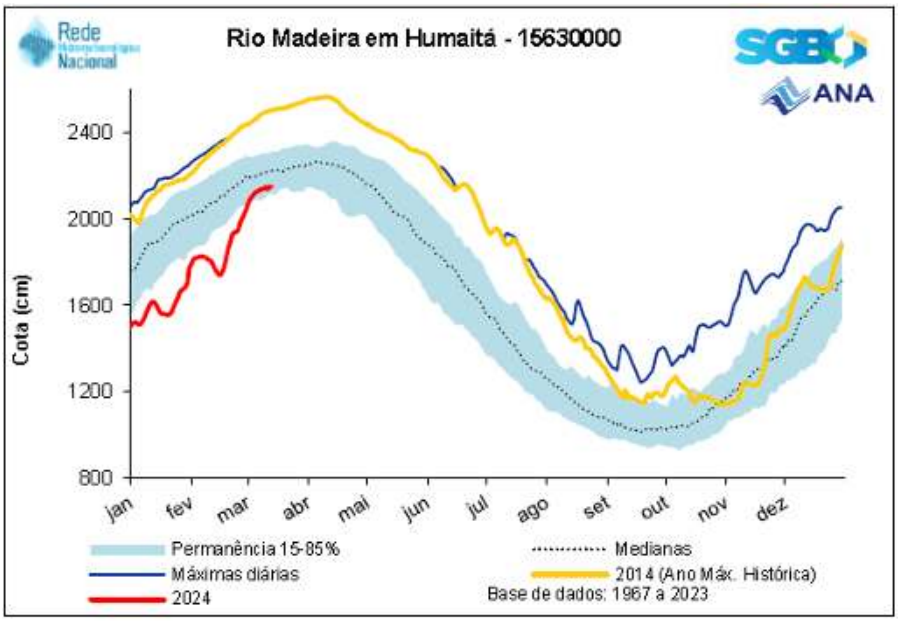

Figura 11. Cotagrama do rio Madeira em Humaitá. Fonte: SGB. **Cota em 15/03/2024: 2098 cm.**

e) Rio Amazonas

Nesta semana, o Rio Amazonas segue em processo regular de enchente, com elevações médias na ordem de 4 cm em Itacoatiara, Careiro da Várzea e Parintins. Em Óbidos, os níveis continuam baixos para o período, enquanto em Santarém as cotas registradas são consideradas normais para a estação.

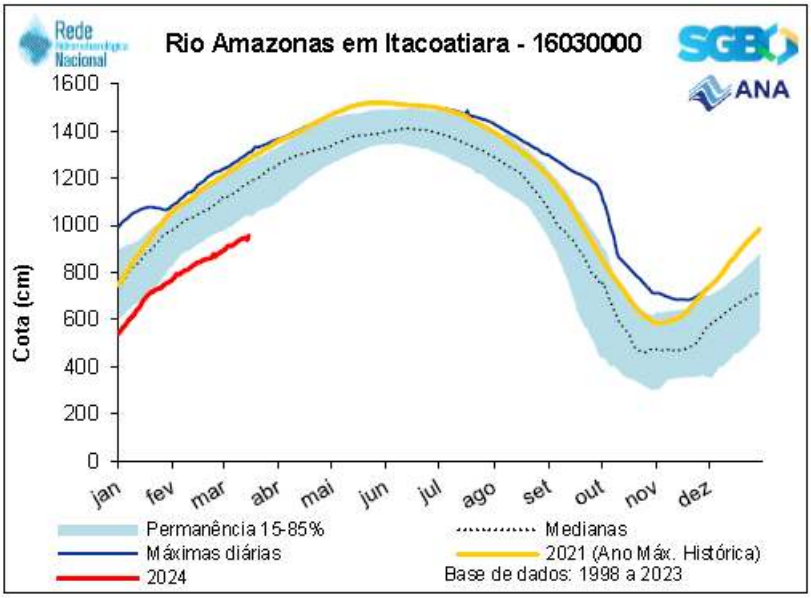

Figura 12. Cotagrama do rio Amazonas em Itacoatiara. Fonte: SGB. **Cota em 15/03/2024: 957 cm**

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 13 e 14 exibem as previsões das vazões para as estações de Tabatinga e Tefé, respectivamente. Segundo as projeções, é esperado que as vazões nos meses de março e abril em Tabatinga permaneçam relativamente estáveis em seus níveis hidrográficos. As previsões indicam que a temporada de vazante deve começar em maio na mesma localidade. Quanto à estação de Tefé, as projeções sugerem um aumento contínuo das vazões nos próximos meses.

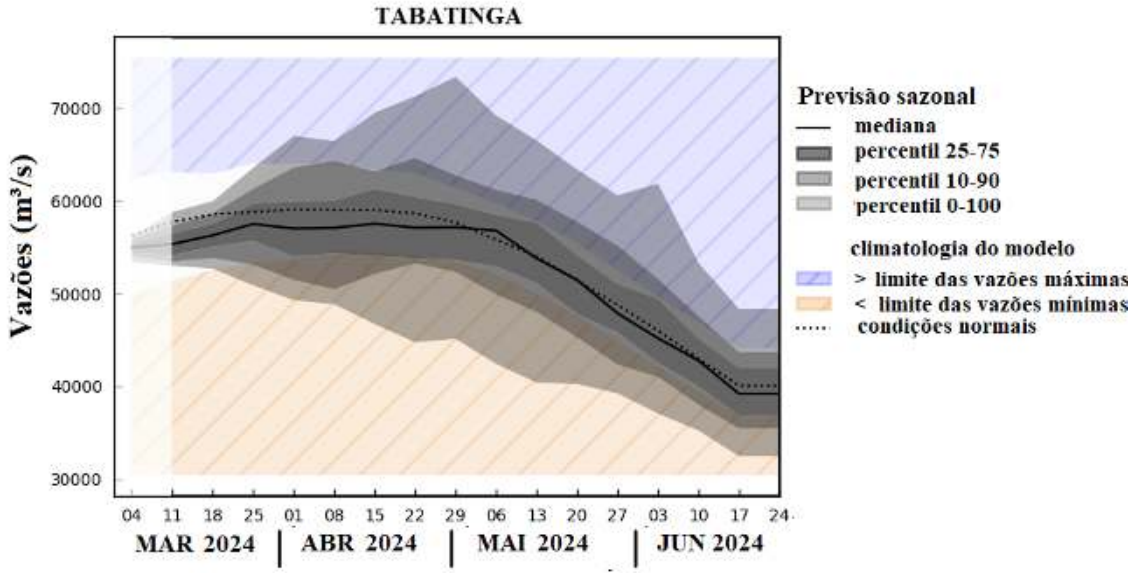

Figura 13. Projeções sazonais das vazões para a estação de Tabatinga com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

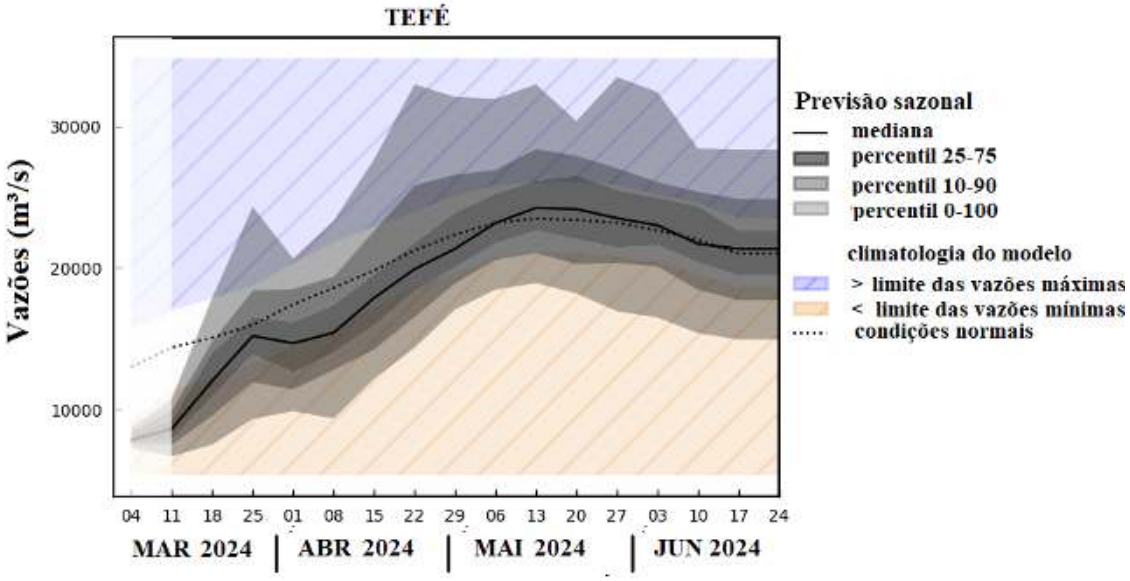

Figura 14. Projeções sazonais das vazões para a estação de Tefé com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

b) Rio Negro

As Figuras 15 e 16 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 meses nessa 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.

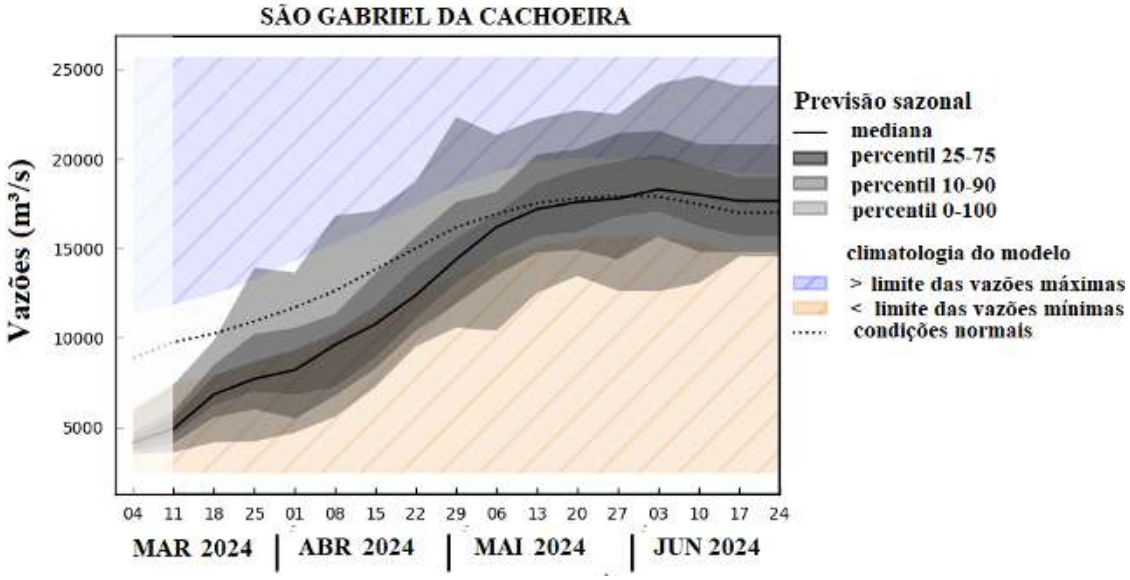

Figura 15. Projeções sazonais das vazões para a estação de São Gabriel da Cachoeira com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

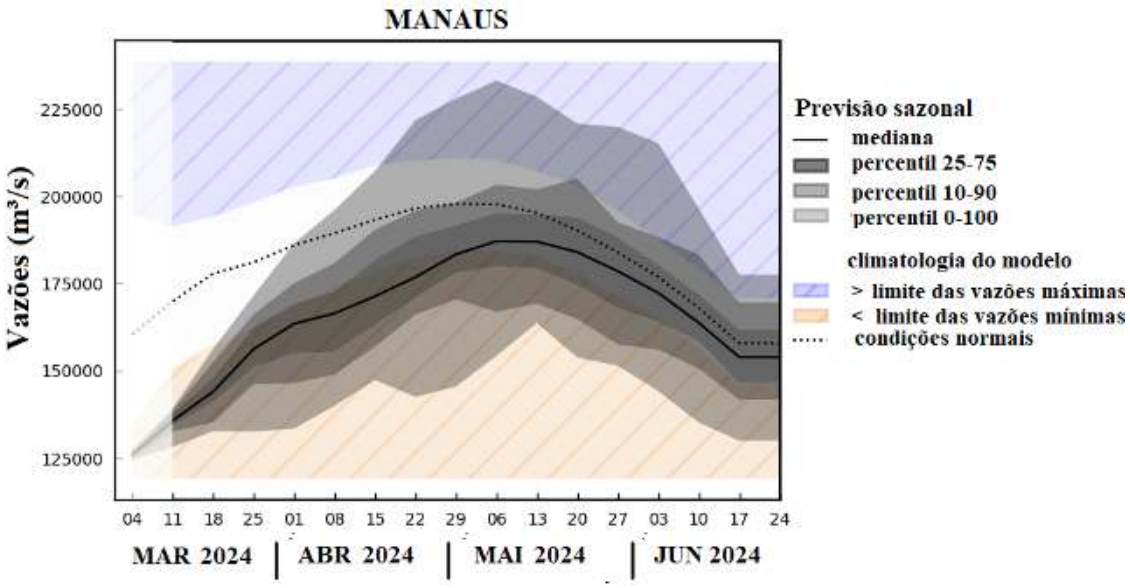

Figura 16. Projeções sazonais das vazões para a estação de Manaus com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

c) Rio Madeira

As figuras 17 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, é esperado que os níveis hidrométricos na estação de Humaitá continuem aumentando ao longo do mês de março. Entretanto, análises prospectivas indicam que esses níveis devem começar a declinar a partir do mês de abril, sugerindo uma tendência de redução um mês antes do período historicamente observado.

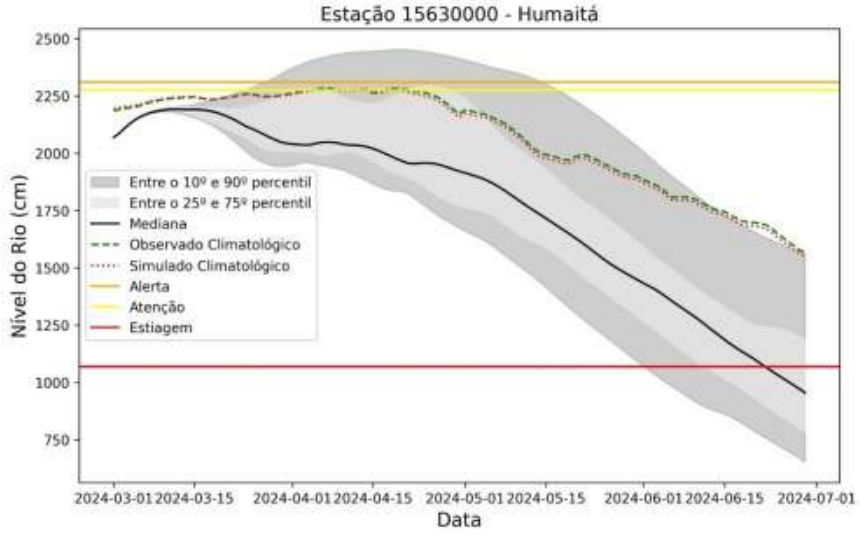

Figura 17. Previsões sazonais de níveis (cota) para a estação de Humaitá com base nos dados do modelo hidrológico MGB-IPH forçado com os dados do modelo sazonal do ECMWF.

d) Rio Amazonas

A Figura 18 exibe as previsões das vazões na estação de Itacoatiara - Tabocal. Espera-se que as vazões continuem aumentando nos meses de março e abril, porém os níveis devem permanecer 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.

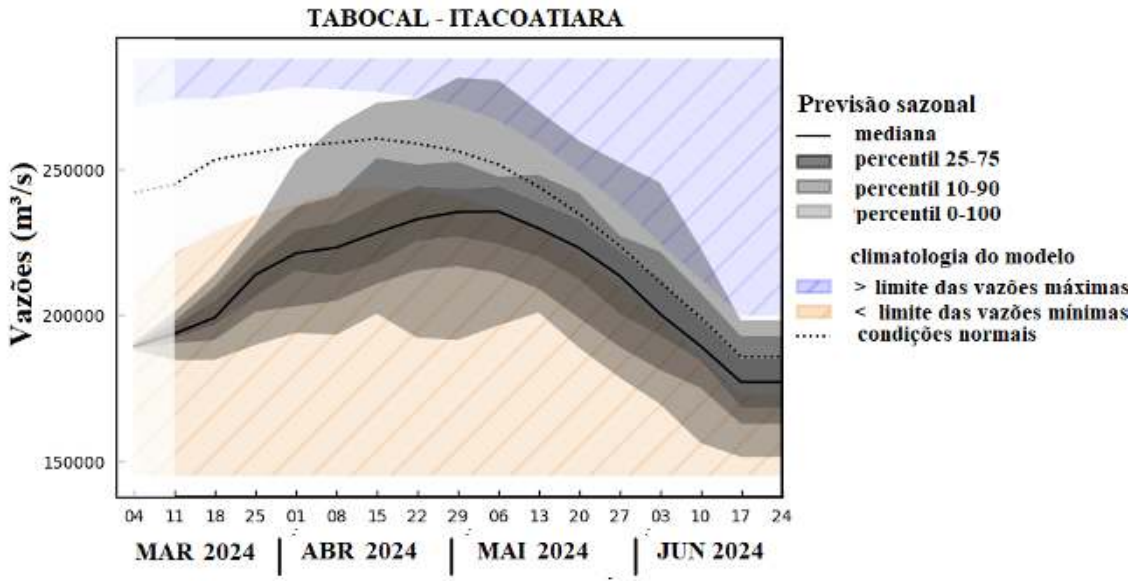

Figura 18. Projeções sazonais das vazões para a estação de Itacoatiara com base nos dados do ECMWF.

Síntese do prognóstico sazonal hidroclimático

Este prognóstico climático considera a persistência do fenômeno El Niño neste trimestre (MAM), seguido pela transição para uma situação de neutralidade no trimestre seguinte (MJJ). Além disso, prevê-se a manutenção do aquecimento anômalo na região norte do oceano Atlântico Tropical no próximo quadrimestre. Essa condição terá impacto significativo no posicionamento e na dinâmica da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Ressaltamos também que, apesar do término do fenômeno El Niño, seus efeitos continuarão sendo observados nos meses subsequentes. Diante desse cenário, o prognóstico climático para o quadrimestre de março, abril, maio e junho (MAMJ) de 2024 aponta para:

a) **Precipitação**: As previsões apontam que as chuvas em março e abril ficarão abaixo da média climatológica no sul do estado do Amazonas (nas regiões do Juruá, Jutaí e Purus) e na bacia do alto Madeira; para as demais localidades, as chuvas deverão ficar próximo do esperado. Em maio e junho, as previsões indicam que as chuvas deverão ficar abaixo da média climatológica em toda a bacia Amazônica.

b) **Temperaturas**: Acima da média climatológica em todo o estado do Amazonas. A região centro-leste e sudeste do estado do Amazonas poderão ter anomalias mais acentuadas.

c) **Níveis dos rios**: Existe uma probabilidade média de o período de vazante iniciar de forma antecipada nas localidades de Tabatinga (Solimões), Manaus (Solimões – Negro), Humaitá (Madeira) e Tabocal-Itacoatiara (Amazonas). É importante destacar que a bacia do rio Madeira demanda uma atenção especial, pois há possibilidade de ocorrência de uma estiagem significativa a partir do mês de junho.