GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS – UEA

1º BOLETIM DE PROGNÓSTICO SAZONAL HIDROCLIMÁTICO DO AMAZONAS

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

Janeiro, 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 (2023/2024) 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 setembro, outubro, novembro e dezembro (SOND), com base nos dados do produto de precipitação global com uma resolução de 0,1° (MSWEP - Multi-Source Weighted-Ensemble Precipitation). Os meses de setembro e outubro marcam a transição da estação seca para a estação chuvosa na bacia Amazônica. Durante esse período, os máximos de chuva se concentram em uma área com orientação noroeste-sudeste, resultando em um aumento gradual da precipitação nos Estados do Amazonas, Rondônia, sul do Pará e norte do Mato Grosso.

À medida que avançamos para novembro e dezembro, a estação chuvosa se estabelece em grande parte da região, com os máximos de chuva orientados no sentido noroeste-sudeste, alcançando acumulados de 300 a 340 mm/mês. Durante esses meses, os valores mínimos de precipitação, abaixo de 80 mm/mês, concentram-se principalmente na região nordeste da bacia Amazônica em setembro e outubro. Em contrapartida, nos meses de novembro e dezembro, os registros mínimos ocorrem no leste, nordeste e norte da bacia Amazônica.

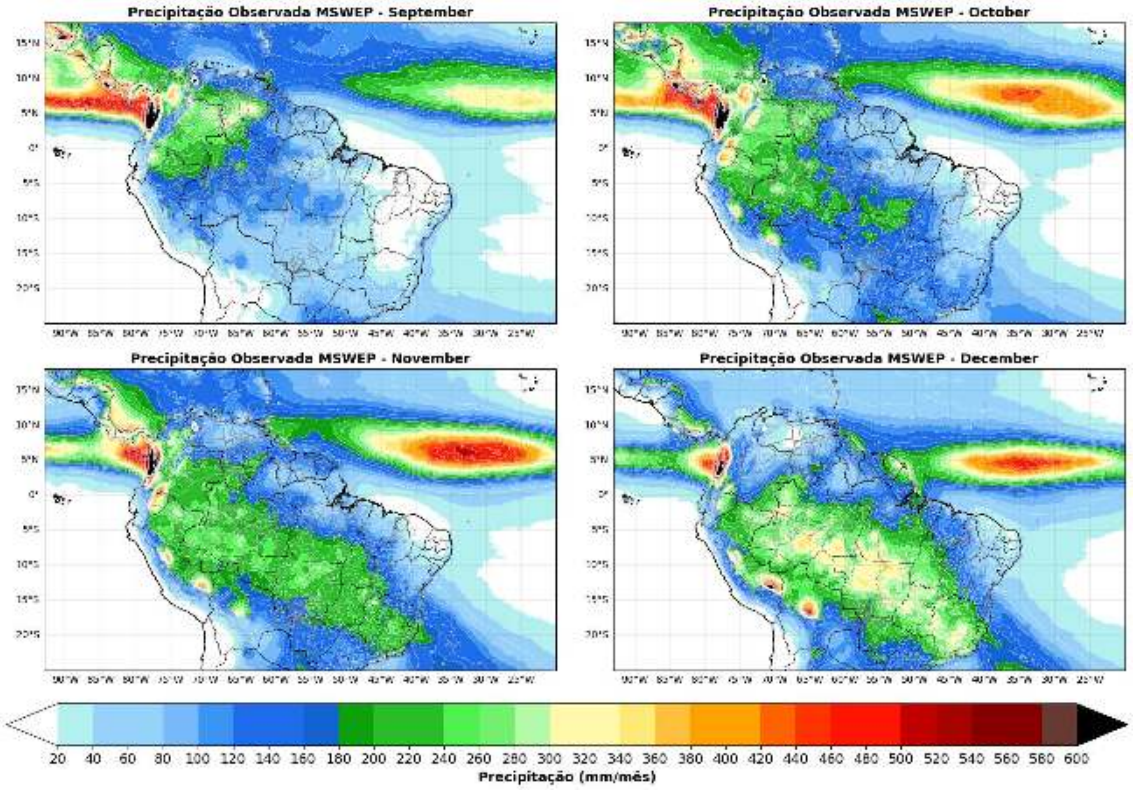

Figura 1. Climatologia de precipitação (mm/mês) na Amazônia entre os anos de 1992 a 2022 com base nos dados do produto de precipitação global (MSWEP).

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 dezembro de 2023. O aquecimento anômalo persistiu nas regiões de monitoramento do Pacífico Equatorial, com as maiores anomalias positivas de temperatura na porção central do Pacífico até a costa da América do Sul, com anomalias superiores a 2ºC, evidenciando continuação do fenômeno El Niño. No Atlântico Tropical, foram mantidas as anomalias positivas de TSM na bacia norte; enquanto na área de monitoramento da bacia sul as TSM oscilaram próximo e da média dentro da área de monitoramento.

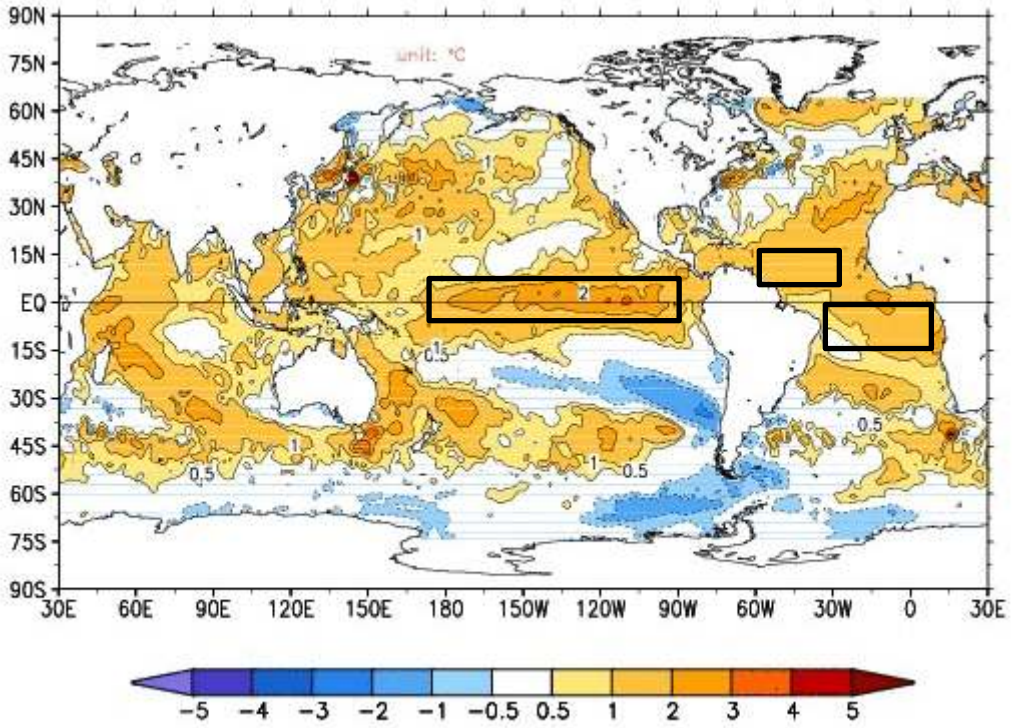

Figura 2. Distribuição das anomalias da temperatura da superfície do mar (TSM) para o mês de Dezembro de 2023. Fonte dos dados: NCEP/NOAA – EUA. https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/GODAS/

2.1 Prognóstico fenômeno ENOS – El Niño Oscilação Sul (2023/2024)

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 nove períodos consecutivos de três meses cada. As previsões indicam a continuidade do fenômeno climático El Niño no Pacífico equatorial para os próximos

três meses (JFM – 2024) com intensidade considerada forte, além disso, os modelos preveem e a permanência do El Niño até o final de maio e início de junho de 2024. Com relação às previsões probabilísticas (figura 4), há uma probabilidade de 100% de que o El Niño continue influenciando o regime de chuvas e temperaturas na Amazônia durante os meses de janeiro, fevereiro e março de 2024, além de uma probabilidade de 67% de que entre na fase de neutralidade nos meses de maio a julho de 2024.

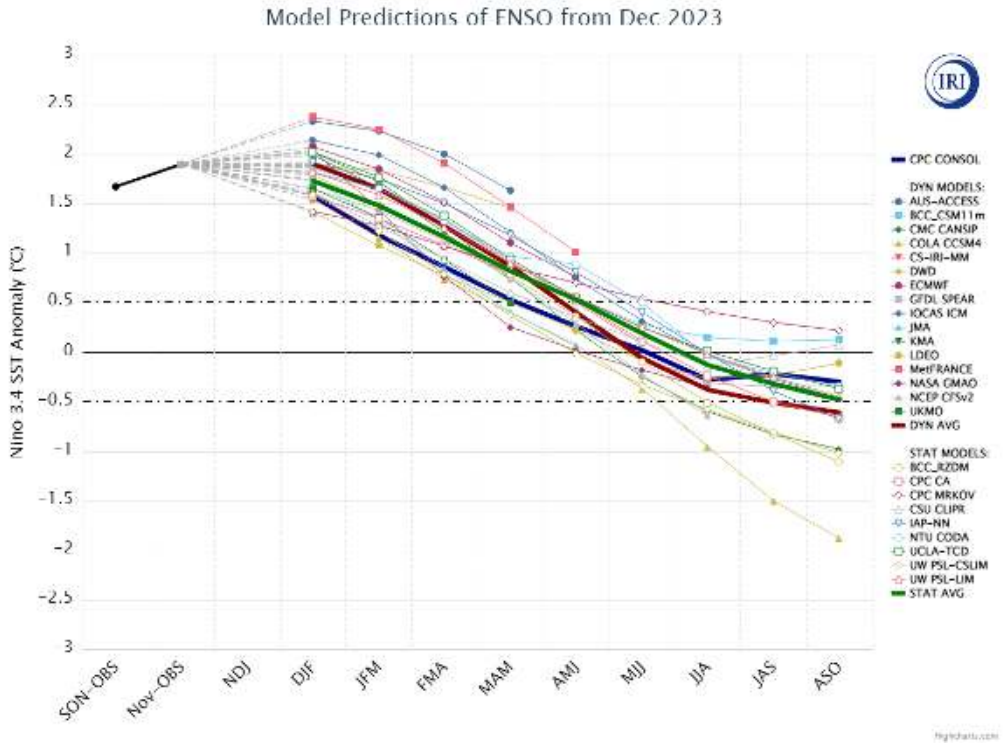

Figura 3. Pluma com o prognóstico dos modelos estatísticos e dinâmicos para a ocorrência do fenômeno ENOS. Dados: http://iri.columbia.edu.

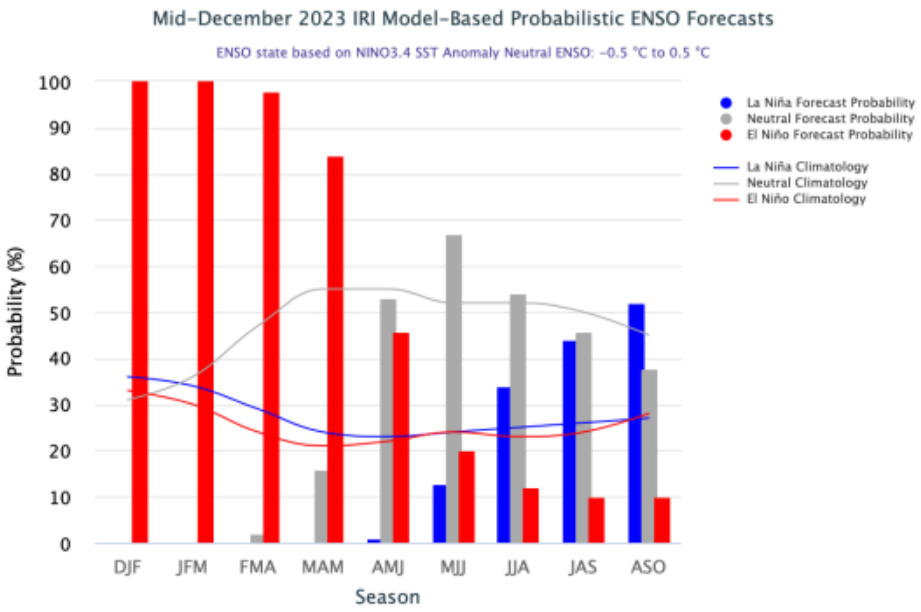

Figura 4. Previsão probabilística baseada em modelos estatísticos e dinâmicos para a ocorrência do fenômeno ENOS. Dados: http://iri.columbia.edu.

3. Diagnóstico climático no Estado do Amazonas

A figura 5 apresenta as anomalias de precipitação (mm/mês) na bacia Amazônica durante os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro de 2023, com base nos dados do produto de precipitação global (MSWEP). Observaram-se déficits de precipitação (chuva) nos meses setembro, outubro e novembro de 2023 em quase toda a bacia Amazônica. O déficit de precipitação esteve associado principalmente ao fenômeno El Niño, juntamente com as anomalias positivas de TSM no Atlântico Tropical Norte, que causaram alterações na circulação de grande escala, dificultando o desenvolvimento de nuvens convectivas, as quais têm potencial de gerar elevados volumes de precipitação. No mês de dezembro, observaram-se anomalias positivas de precipitação em grande parte da bacia Amazônica, associados a anomalias positivas de TSM no Atlântico Tropical Sul, que proporcionou o deslocamento da ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) mais ao sul do continente sul-americano.

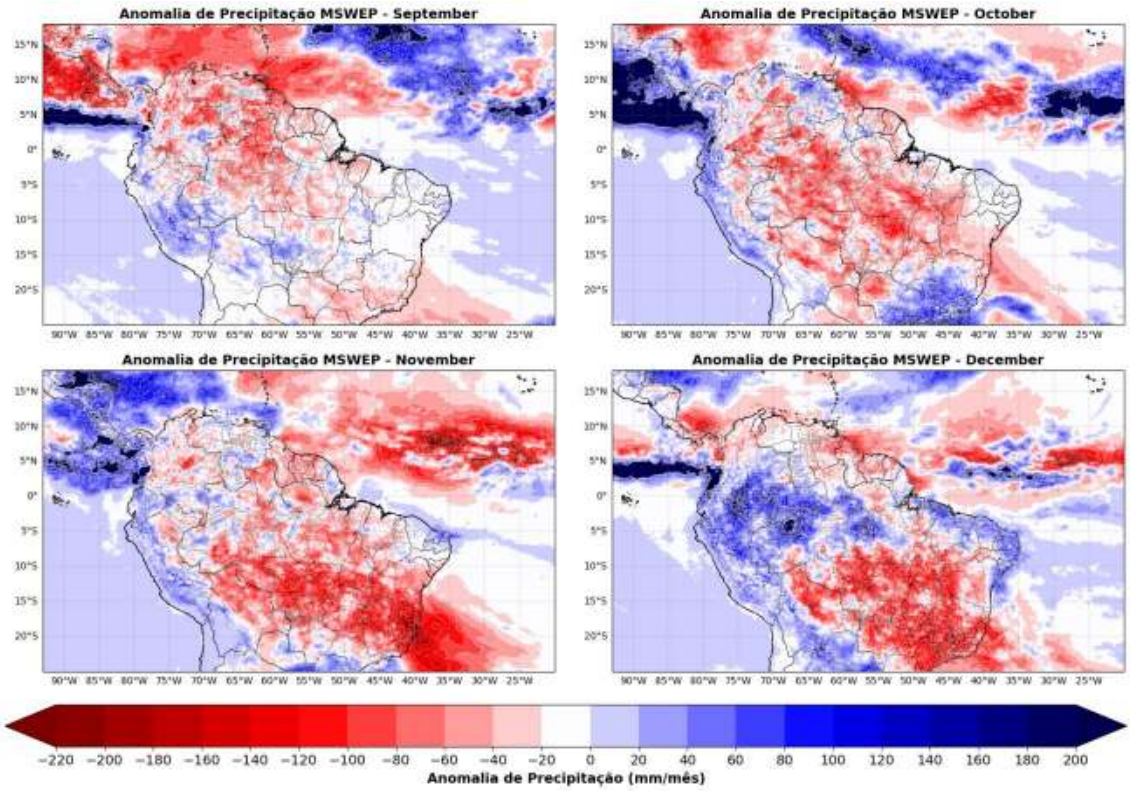

Figura 5. Anomalia de precipitação (mm/mês) na Amazônia para os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro de 2023 provenientes dos dados do produto de precipitação global (MSWEP).

3.1 Prognóstico climático no Estado do Amazonas

As projeções das anomalias de precipitação (mm/mês) provenientes do conjunto de modelos sazonais do ECMWF estão representadas na figura 6 para os meses de janeiro, fevereiro, março e abril de 2024. Espera-se que, nos meses iniciais, janeiro e fevereiro, ocorram chuvas abaixo da média climatológica em grande parte da bacia Amazônica, abrangendo as principais sub-bacias do interflúvio Solimões-Amazonas.

Já para os meses de março e abril, as previsões apontam para chuvas acima da média nas regiões oeste, noroeste e norte da bacia Amazônica. Esses padrões de precipitação terão impacto direto nos níveis dos rios nas sub-bacias do Solimões e Negro. Por outro lado, as chuvas abaixo da média nesses meses influenciarão nas bacias ao sul e leste, como as dos rios Madeira, Purus e demais regiões correspondentes.

Em relação às anomalias de temperatura média do ar (ºC), representadas na figura 7 pelos modelos sazonais do ECMWF, as previsões para os meses de janeiro, fevereiro, março e abril de 2024 indicam que as temperaturas devem exceder a média climatológica em 1ºC em toda a bacia Amazônica e no estado do Amazonas.

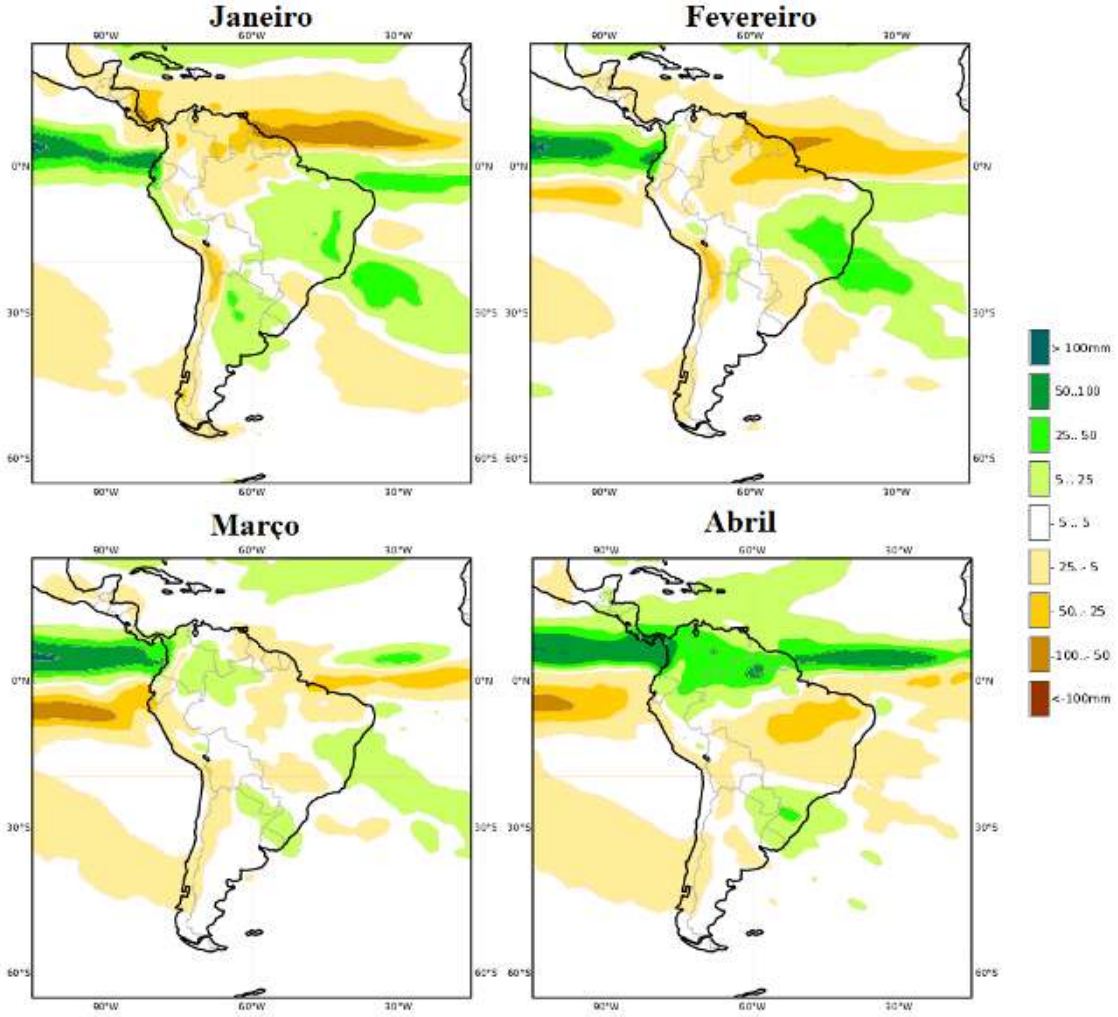

Figura 6. Previsões por conjunto (ensemble) sazonais das anomalias de precipitação com o modelo do ECMWF para os meses de janeiro, fevereiro, março e abril de 2024. Fonte dos dados: ECMWF.

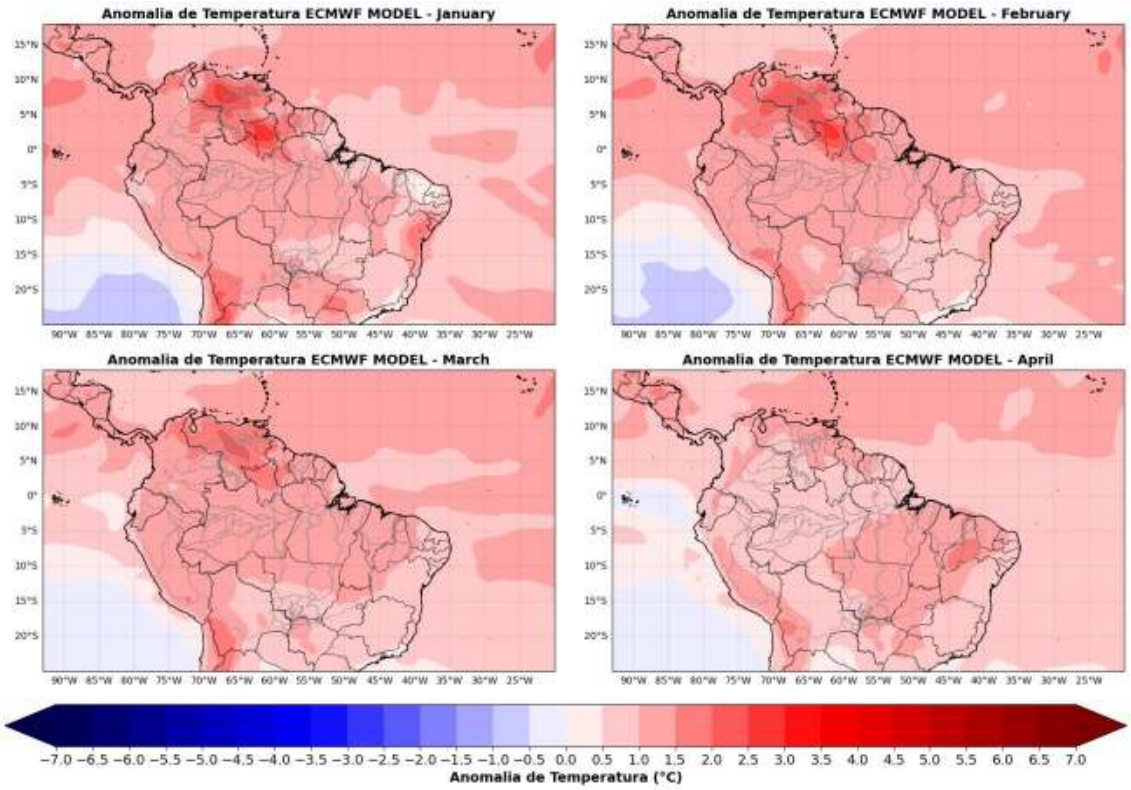

Figura 7. Previsões das anomalias de temperatura média do ar (2m) do modelo sazonal do ECMWF para os meses janeiro, fevereiro, março e abril de 2024. Fonte dos dados: ECMWF.

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 continua registrando subidas em Itapéua (Coari) e Manacapuru, porém em Tabatinga os níveis voltaram a ter oscilações na semana passada, mas voltaram a subir novamente no início desta semana (15/01/24). Os níveis monitorados nesta calha apresentam valores considerados normais para o período do ano.

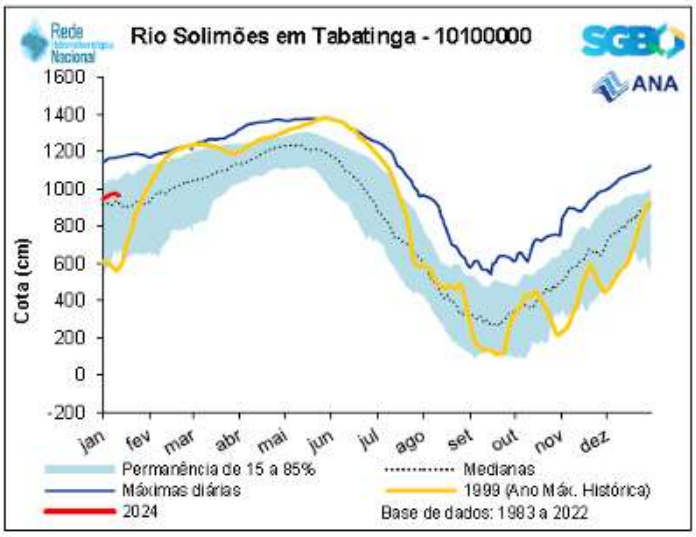

Figura 8. Cotagrama da estação fluviométrica de Tabatinga na bacia do rio Solimões. Fonte: SGB. **Cota em 15/01/2024: 968 cm**.

b) **Rio Negro**

Na semana passada o rio Negro apresentou descidas em São Gabriel da Cachoeira e Barcelos. Em Manaus, o nível do rio Negro apresentou elevações diárias na ordem de 10 cm por dia. Os níveis monitorados nesta calha apresentam valores considerados normais para o período do ano.

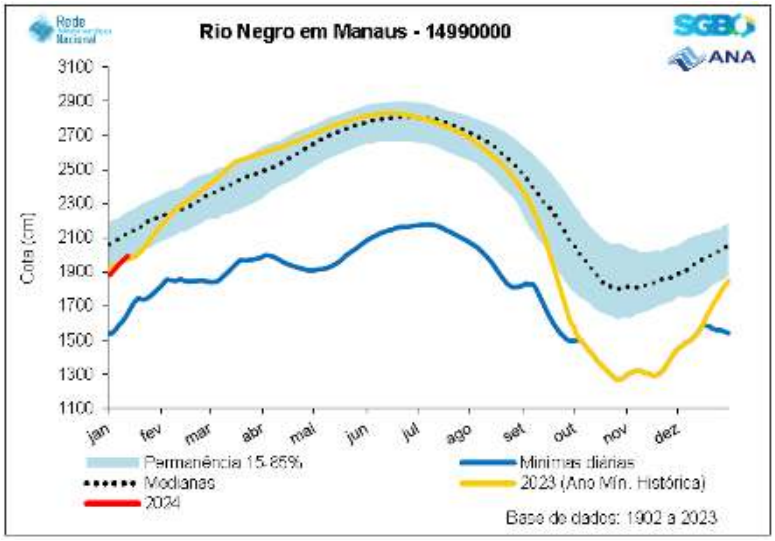

Figura 9. Cotagrama do rio Negro em Manaus. Fonte: SGB. **Cota em 15/01/2024: 2032 cm.**

c) Rio Purus

O rio Purus está em processo de cheia em Beruri e no rio Acre em Rio Branco. Porém na semana passada e início desta semana (15/01/24) os níveis voltaram a descer. Contudo os níveis são considerados normais para está época do ano.

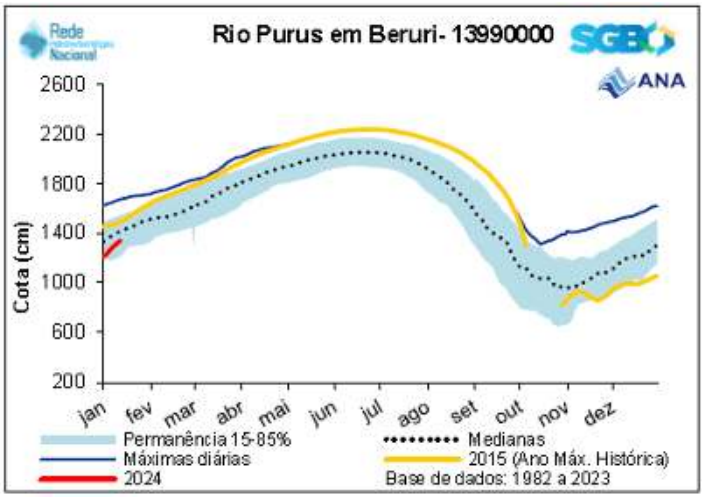

Figura 10. Cotagrama do rio Purus em Beruri. Fonte: SGB

d) Rio Madeira

O rio Madeira iniciou na semana passada com subidas em Porto Velho, contudo no início desta semana (15/01/24) os níveis nesta estação voltaram a descer. Já em Humaitá, o rio Madeira apresentou pequenas elevações.

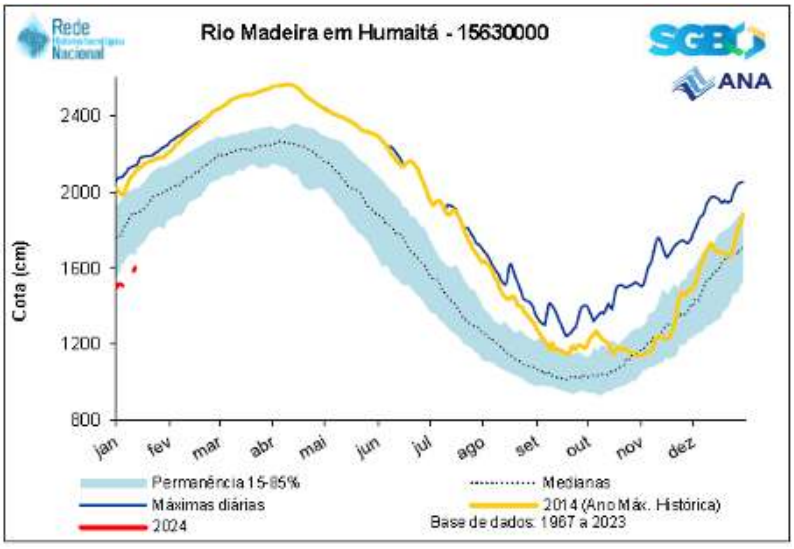

Figura 11. Cotagrama do rio Madeira em Humaitá. Fonte: SGB

e) Rio Amazonas

Nesta semana, o rio Amazonas subiu em média diária de 9 cm nas estações de Itacoatiara e Careiro da Várzea. Em Parintins e Óbidos as elevações foram de 7 cm. Os níveis nesta calha são considerados baixos e fora da normalidade para esta época do ano.

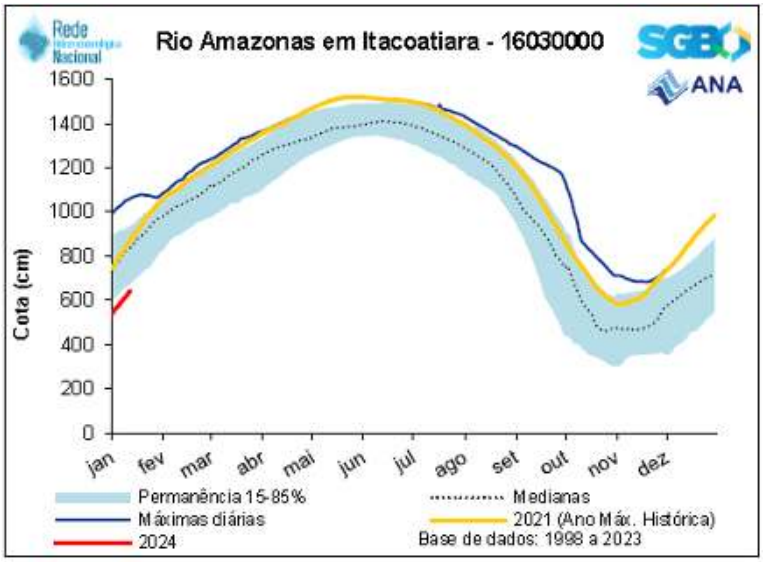

Figura 12. Cotagrama do rio Amazonas em Itacoatiara. Fonte: SGB. **Cota em 15/01/2024: 683 cm**

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 janeiro, fevereiro, março e abril de 2024. 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. Conforme as previsões para os próximos quatro meses, é esperado que as vazões continuem aumentando, contribuindo para que os níveis

hidrográficos nessas duas localidades permaneçam dentro da faixa considerada normal.

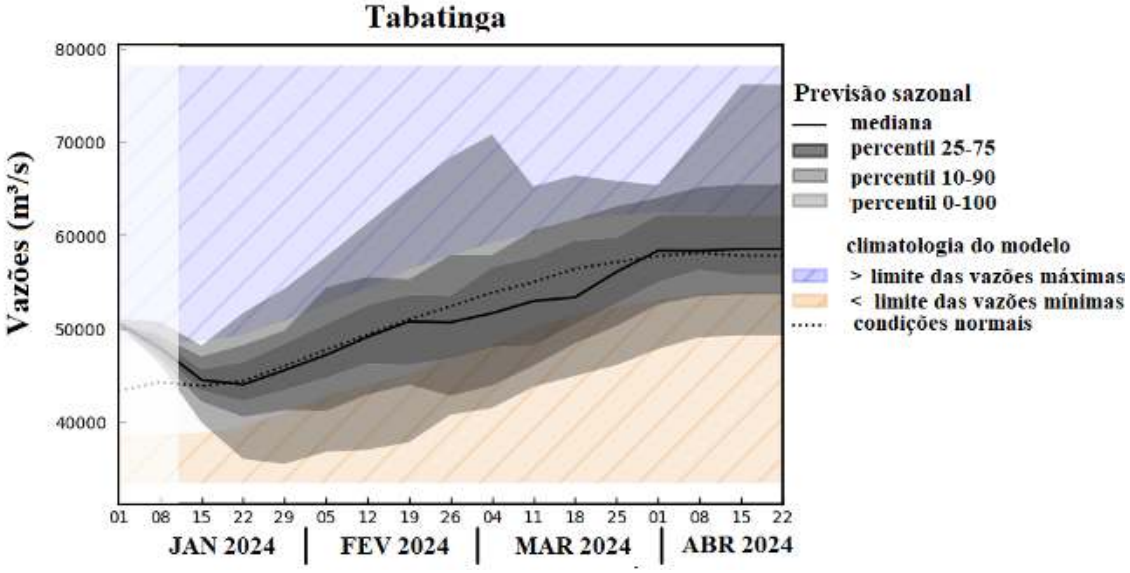

Figura 13. Projeções sazonais das vazões para a estação de Tabatinga com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

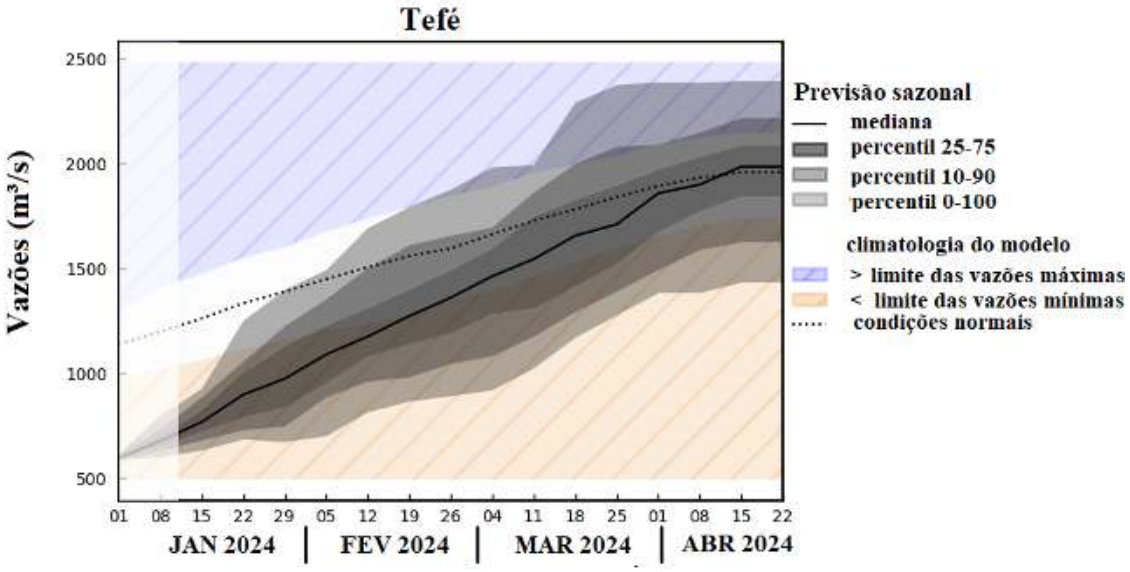

Figura 14. Projeções sazonais das vazões para a estação de Tefé com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

b) Rio Negro

As Figuras 15 e 16 exibem as previsões das vazões para as estações de São Gabriel da Cachoeira e Manaus, respectivamente. Preveem-se reduções nas vazões na segunda quinzena de fevereiro e início de março em São Gabriel da Cachoeira, seguidas por um aumento em março, influenciando os níveis do rio. Em Manaus, as vazões continuarão a aumentar nos próximos dois meses, aproximando-se do limiar das vazões mínimas. As

previsões indicam um aumento gradual nas vazões no final de março, resultando no aumento dos níveis do rio em Manaus.

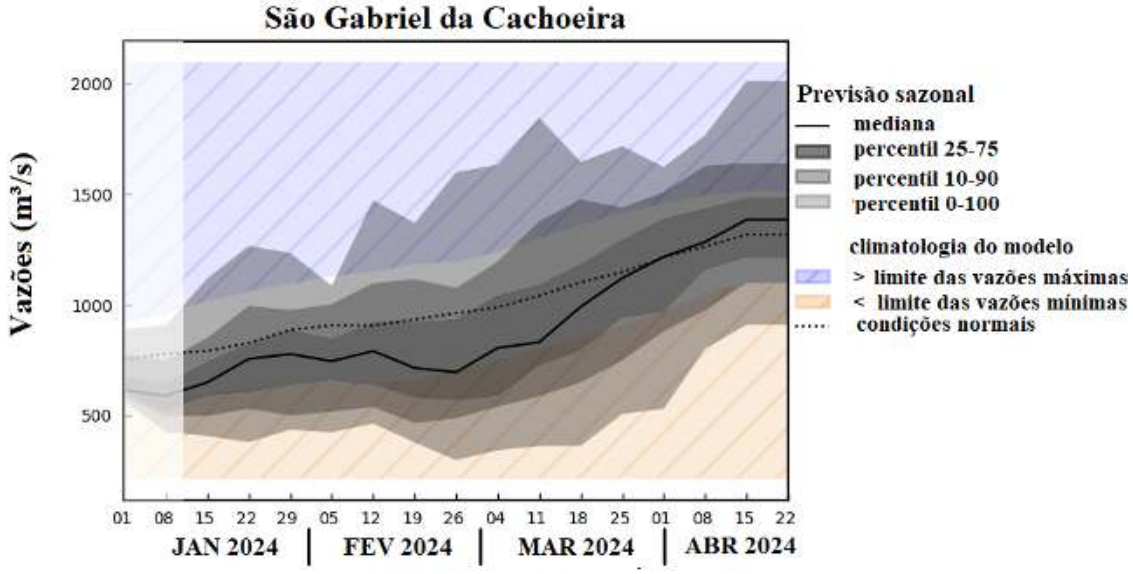

Figura 15. Projeções sazonais das vazões para a estação de São Gabriel da Cachoeira com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

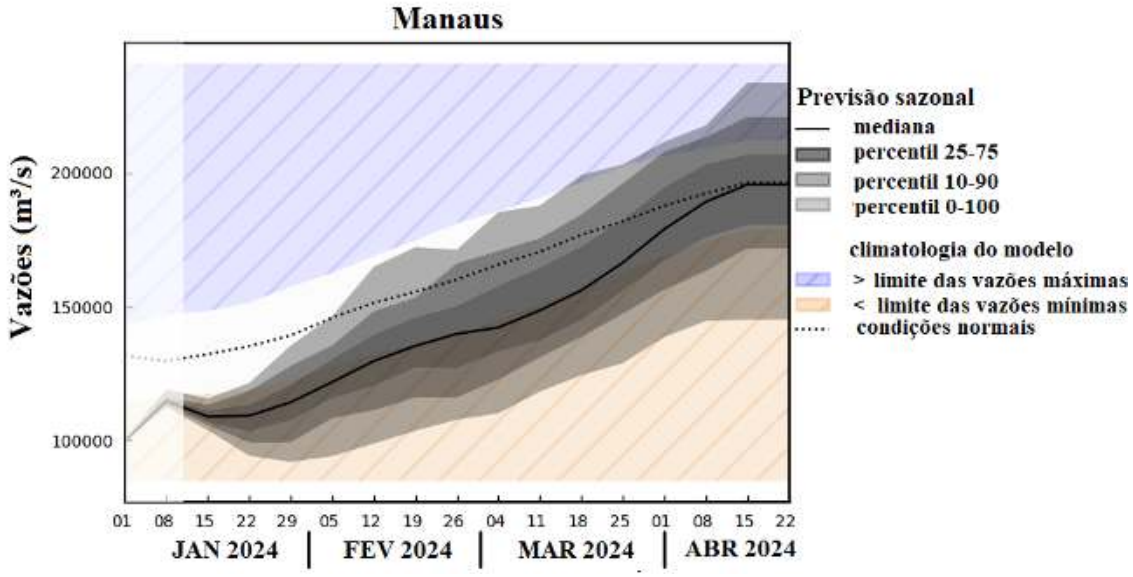

Figura 16. Projeções sazonais das vazões para a estação de Manaus com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

c) Rio Madeira

As figuras 17 e 18 apresentam as previsões dos níveis (cota) nas estações de Humaitá e Manicoré para os próximos quatro meses (janeiro, fevereiro, março e abril de 2024) com o modelo hidrológico MGB-IPH forçado com as previsões do modelo sazonal ECMWF. Segundo as previsões os níveis devem continuar aumentando nos próximos

nas estações de Humaitá e Manicoré, contudo os níveis devem permanecer abaixo da normal (estado de atenção e alerta) até final de fevereiro.

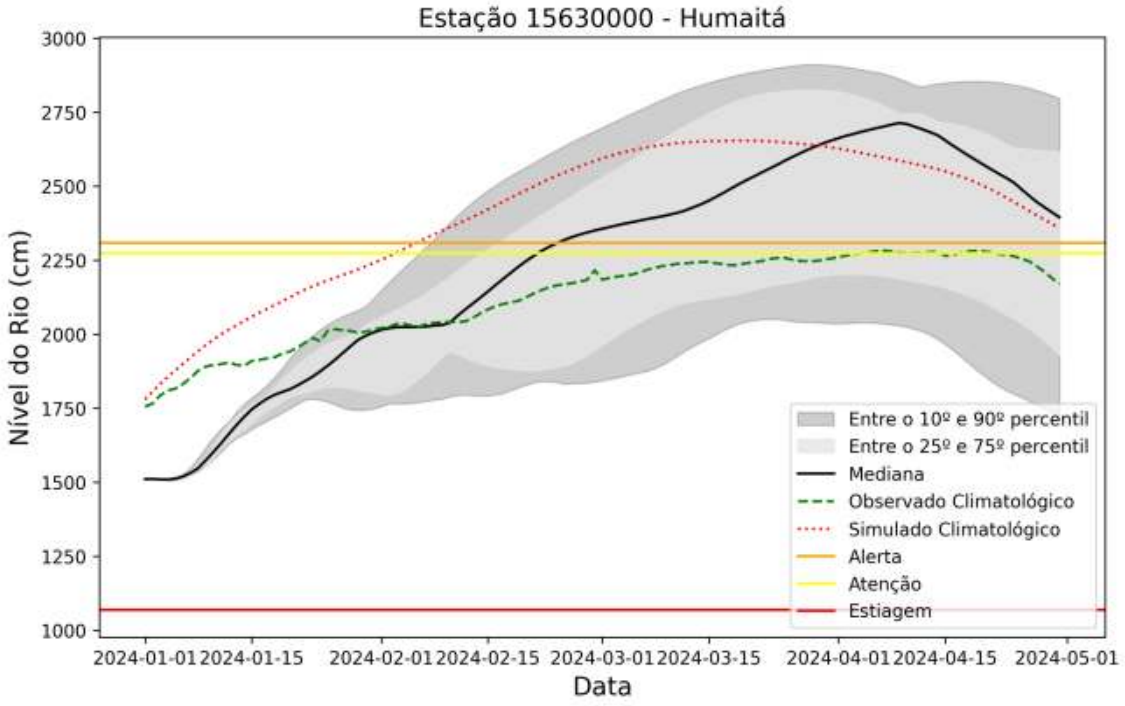

Figura 17. Previsões sazonais de níveis (cota) para a estação de Humaitá com base nos dados do modelo hidrológico MGB-IPH forçado com os dados do modelo sazonal do ECMWF.

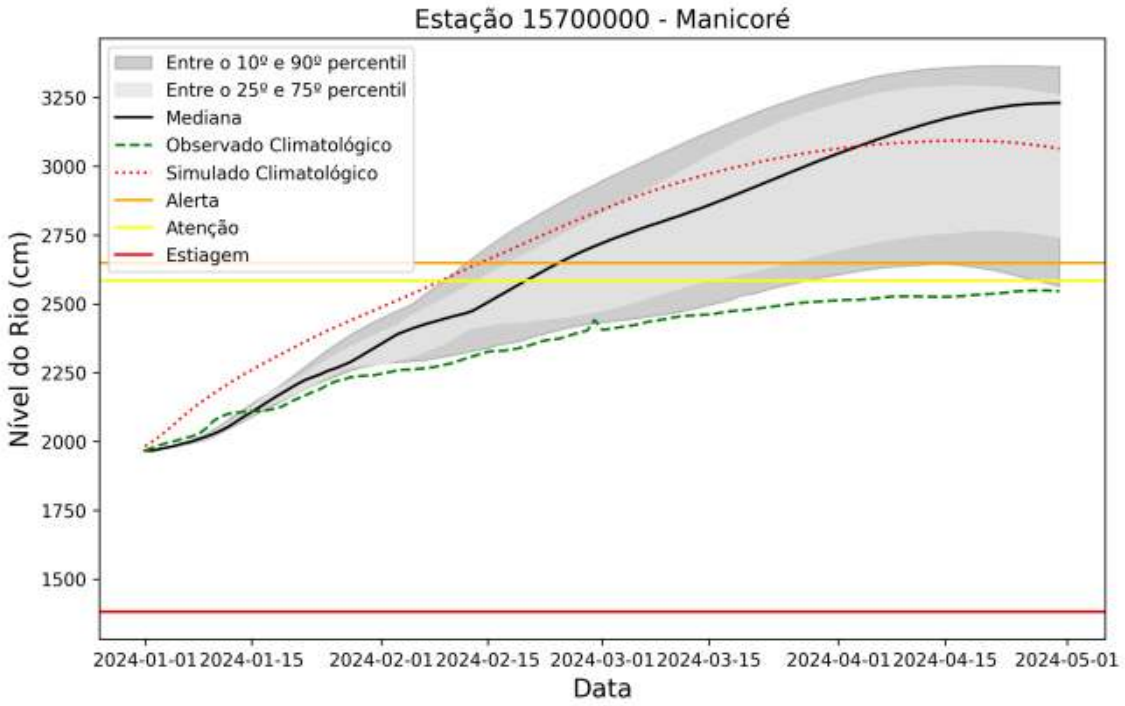

Figura 18. Previsões sazonais de níveis (cota) para a estação de Manicoré com base nos dados do modelo hidrológico MGB-IPH forçado com os dados do modelo sazonal do ECMWF.

d) Rio Amazonas

A Figura 19 exibe as previsões das vazões na estação de Itacoatiara. Espera-se que as vazões continuem aumentando nos próximos meses (janeiro, fevereiro e março), porém os níveis devem permanecer abaixo da normalidade até o final de março, com uma alta probabilidade de normalização na primeira semana de abril.

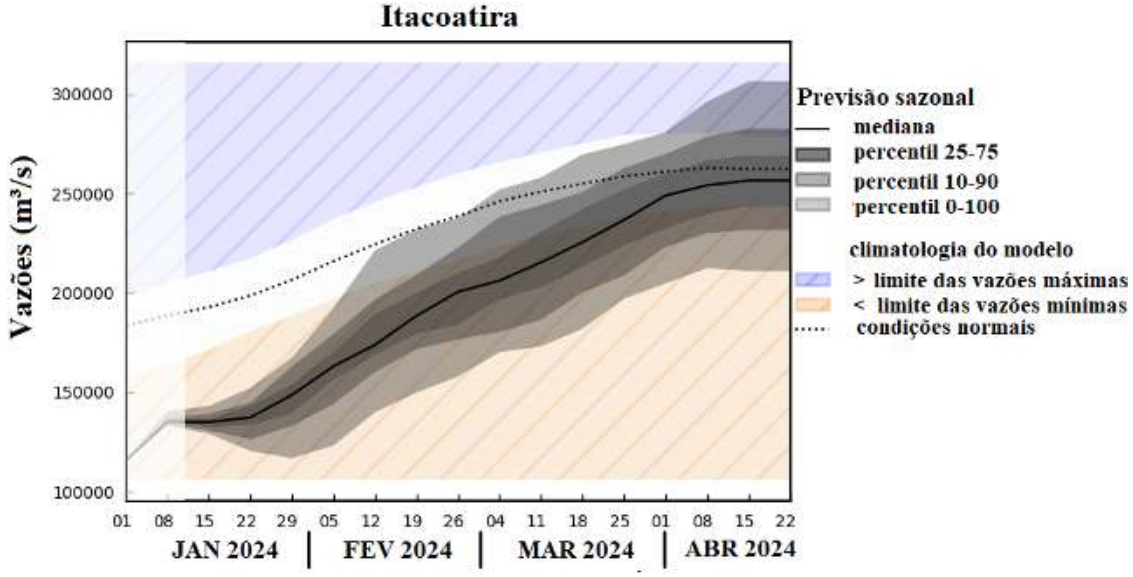

Figura 19. Projeções sazonais das vazões para a estação de Itacoatiara com base nos dados do ECMWF.

Síntese do prognóstico sazonal hidroclimático

A temperatura da superfície do mar (TSM) continua acima da média no oceano Pacífico Equatorial, com os desvios positivos mais pronunciados nas áreas leste e central. As projeções climáticas apontam para a continuidade do fenômeno El Niño nos meses seguintes, no entanto, indicam que este começará a perder sua intensidade, refletindo-se no declínio gradual das temperaturas da superfície do mar.

Além disso, prevê-se a manutenção do aquecimento anômalo nas regiões norte e sul do oceano Atlântico. Essa condição terá impacto na atividade e no posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Diante desse cenário, o prognóstico climático para o trimestre de janeiro, fevereiro, março e abril de 2024 aponta para:

a) **Precipitação**: chuvas abaixo da média em janeiro e fevereiro, abrangendo especialmente o interflúvio Solimões-Amazonas. Para março e abril, esperam-se chuvas acima da média no oeste, noroeste e norte, afetando diretamente os níveis dos rios nas sub-bacias do Solimões e Negro, enquanto as bacias ao sul e leste, como Madeira e Purus, podem experimentar impacto de chuvas abaixo da média;

b) **Temperaturas**: Acima da média climatológica em todo o estado do Amazonas.

c) **Níveis dos rios**: as principais sub-bacias do estado do Amazonas experimentarão um aumento gradual dos seus níveis, com algumas oscilações em seus níveis. As calhas do rio Madeira e Amazonas ainda permanecerão com seus níveis abaixo do esperado para os meses de janeiro e fevereiro;