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)

Dezembro, 2023

Equipe técnica

Coordenação geral

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

Autores

Dr. Weslley de Brito Gomes – Meteorologista

Dr. Leonardo Alves Vergasta – 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 da estiagem no Amazonas 7
3.1 Prognósticos da estiagem no Amazonas 2023/2024 8
4. Diagnóstico hidrológico das principais sub-bacia do Amazonas 11
4.1 Prognóstico hidrológico das principais sub-bacia do Amazonas 13
Síntese do prognóstico sazonal hidroclimático 18

APRESENTAÇÃO

O Laboratório de Modelagem do Sistema Climático Terrestre da Universidade do Estado do Amazonas (LABCLIM/UEA) corresponde a dois Sistemas de Processamento Alto Desempenho “Higth Performace Computing“, formado pelos Cluster Tambaqui e Aruanã. Esses dois sistemas 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.

Além disso, os projetos desenvolvidos no LABCLIM contribuem para: (a) no apoio aos tomadores de decisão (poder público) no planejamento de ações para redução e mitigação dos efeitos das secas e enchentes, (b) no planejamento e redução das perdas na produção agrícola, (c) na redução dos efeitos nocivos desses eventos extremos na saúde e no transporte, (d) na elaboração de mapas de risco e vulnerabilidade das comunidades na região, e também (e) na redução e mitigação da vulnerabilidade dos povos e comunidades; (f) na capacitação e qualificação de recursos humanos nas áreas de variabilidade e mudanças no clima e na previsão sazonal de eventos hidroclimáticos na região Amazônica, com ênfase no estado do Amazonas.

O propósito deste prognóstico é disponibilizar informações hidrometeorológicas atualizadas sobre as principais variáveis que influenciam no padrão da estiagem 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 e prognósticas baseados em modelos climáticos dos principais centros de monitoramento global. 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.

1. Climatologia da precipitação

A figura 1 ilustra a climatologia da distribuição espacial da precipitação nos meses de agosto, setembro, outubro e novembro (ASON), com base nos dados do produto de precipitação global com uma resolução de 0,1° (MSWEP). Durante agosto e setembro, as regiões com os maiores acumulados de precipitação estão localizadas no noroeste da bacia Amazônica, com valores variando entre 220 a 320 mm/mês. Em outubro e novembro, observa-se um incremento gradual na precipitação, destacando-se os maiores acumulados na faixa noroeste, oeste e sudoeste da bacia Amazônica.

Os valores mínimos de precipitação, abaixo de 100 mm, concentram-se predominantemente no centro-sul da bacia Amazônica nos meses de agosto e setembro. No mês de outubro e novembro, por sua vez, os registros mínimos ocorrem no leste da bacia Amazônica.

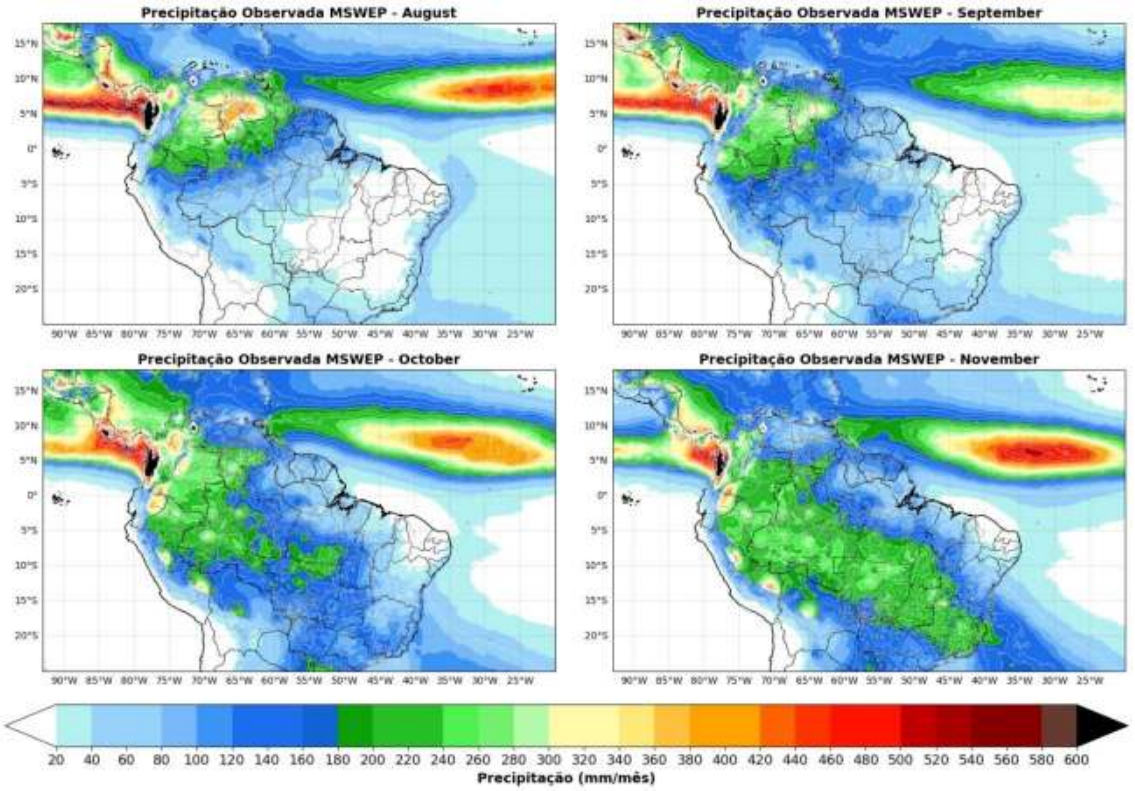

Figura 1. Climatologia de precipitação (mm/mês) na Amazônia entre os anos de 1992 a 2022 com base nos dados do produto de precipitação global (MSWEP).

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 novembro de 2023. O aquecimento anômalo persistiu nas regiões de monitoramento do Pacífico Equatorial, com maiores anomalias de temperaturas nas áreas do Niño 3.4 e Niño 1+2, alcançando anomalias positivas de 1.9ºC e 2.2ºC respectivamente, evidenciando continuação do fenômeno El Niño. No oceano Atlântico Tropical norte e sul continuaram sendo observadas anomalias positivas de TSM.

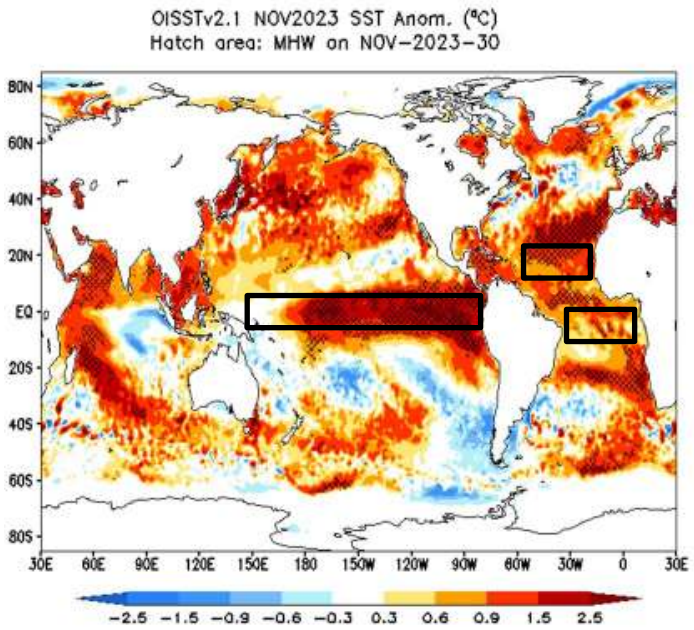

Figura 2. Distribuição das anomalias da temperatura da superfície do mar (TSM) para o mês de novembro de 2023. Fonte dos dados: NCEP/NOAA – EUA. https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/GODAS/

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

As projeções das simulações dos modelos dos centros internacionais de previsão climática para a área do El Niño 3.4 (figura 3) indicam que em novembro de 2023, as condições do El Niño no Pacífico equatorial centro-leste alcançaram um evento forte de El Niño (Niño 3.4 = 2ºC). Quase todos os modelos na pluma de previsão IRI ENSO preveem uma continuação do evento El Niño durante o verão austral (DJF), com um enfraquecimento das anomalias subsequente a partir de então. Contudo os modelos apontam para uma situação de neutralidade do ENSO em abril-maio e 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 dezembro, janeiro, fevereiro e março de 2024, além de uma probabilidade de 60% de que entre na fase de neutralidade nos meses de maio a julho de 2024.

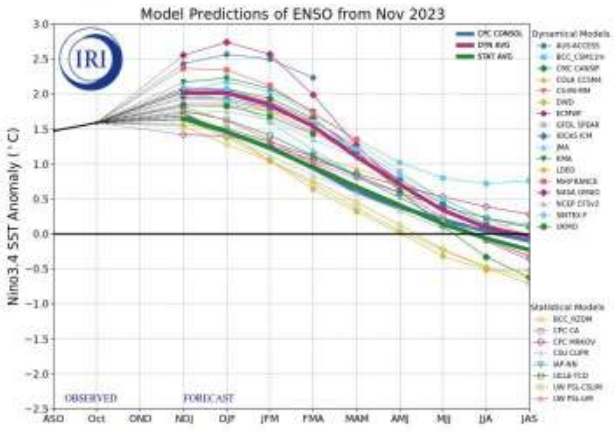

Figura 3. Pluma com o prognóstico dos modelos estatísticos e dinâmicos para a ocorrência do fenômeno ENOS. Dados: http://iri.columbia.edu.

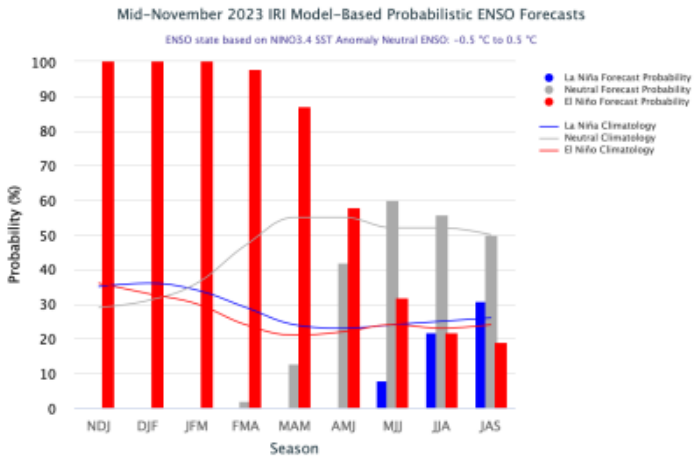

Figura 4. Previsão probabilística baseada em modelos estatísticos e dinâmicos para a ocorrência do fenômeno ENOS. Dados: http://iri.columbia.edu.

3. Diagnóstico da estiagem no Amazonas

A Figura 5 apresenta as anomalias de precipitação (mm/mês) na bacia Amazônica durante os meses de agosto, setembro, outubro e novembro de 2023, com base nos dados do produto de precipitação global (MSWEP). O déficit de precipitação

em praticamente todo esses meses, principalmente ao norte da bacia Amazônica, esteve associado à atuação do fenômeno El Niño e de anomalias positivas de TSM no Atlântico Tropical Norte. Esses fatores ocasionaram alterações na circulação de grande escala, inibindo a formação de precipitação. Esse cenário atmosférico foi desfavorável para a ocorrência de precipitação na região, especialmente no estado do Amazonas.

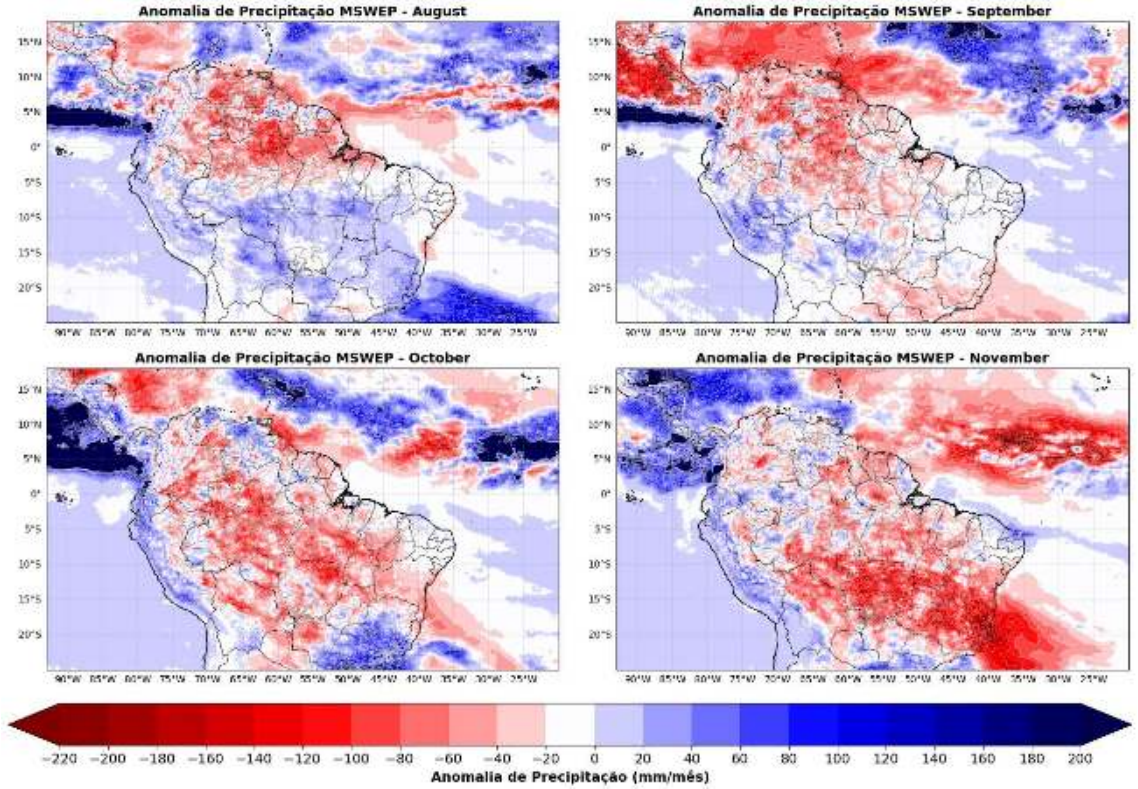

Figura 5. Anomalia de precipitação (mm/mês) na Amazônia para os meses de julho, agosto e setembro de 2023 provenientes dos dados do produto de precipitação global (MSWEP).

3.1 Prognósticos da estiagem no Amazonas 2023/2024

As previsões das anomalias de precipitação (mm/mês) provenientes dos modelos sazonais Eta-CFS sazonal (INPE) e do ECMWF estão apresentadas nas figuras 6 e 7, correspondentes aos meses de dezembro de 2023 e janeiro, fevereiro e março de 2024, respectivamente. As previsões com ambos os modelos divergem quanto ao volume e distribuição das chuvas para os próximos meses no estado do Amazonas. Contudo, as chuvas deverão permanecer abaixo da média climatológica na faixa noroeste e leste do estado (60 a 100 mm/mês) nos meses de dezembro e janeiro, nas demais regiões do estado às chuvas devem ficar no padrão esperado para essa época do ano. Destacam-se os meses de fevereiro e março, onde as previsões indicam anomalias negativas de

chuvas na porção leste e sul do estado do Amazonas e nas cabeceiras dos rios Solimões, e Madeira.

No que diz respeito às anomalias de temperatura média do ar (ºC), representadas na figura 8 pelo modelo sazonal do ECMWF, as previsões para os meses de dezembro de 2023, assim como janeiro, fevereiro e março de 2024, indicam que as temperaturas devem ficar acima da média climatológica em toda a bacia Amazônica e no estado do Amazonas. Essas projeções apresentam anomalias positivas na faixa de 0,5 a 1ºC para os próximos quatro meses.

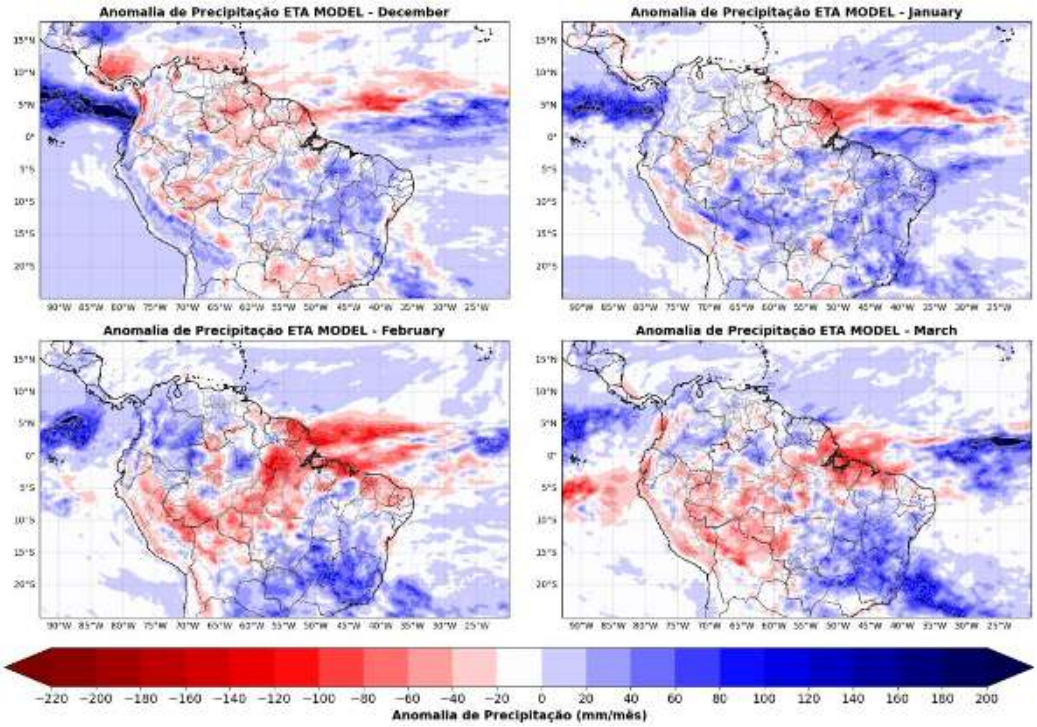

Figura 6. Previsões sazonais das Anomalias de precipitação do modelo regional Eta-CFS (INPE) para os meses de dezembro de 2023 e janeiro, fevereiro e março de 2024.

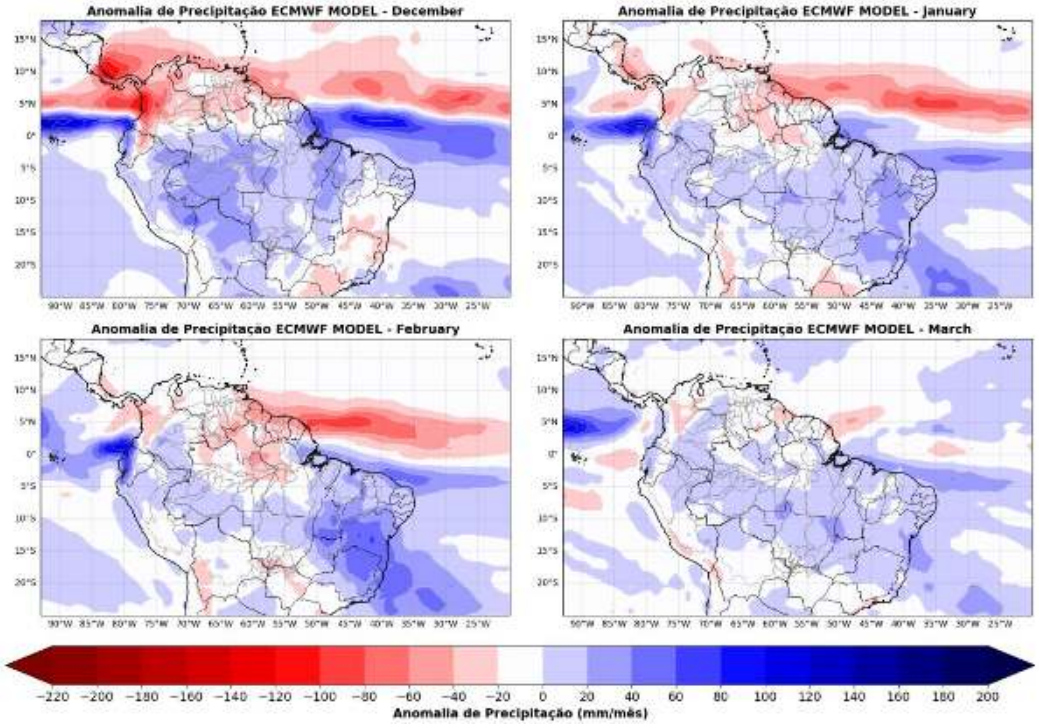

Figura 7. Previsões sazonais das anomalias de precipitação com o modelo do ECMWF para os meses de dezembro de 2023 e janeiro, fevereiro e março de 2024. Fonte dos dados: ECMWF.

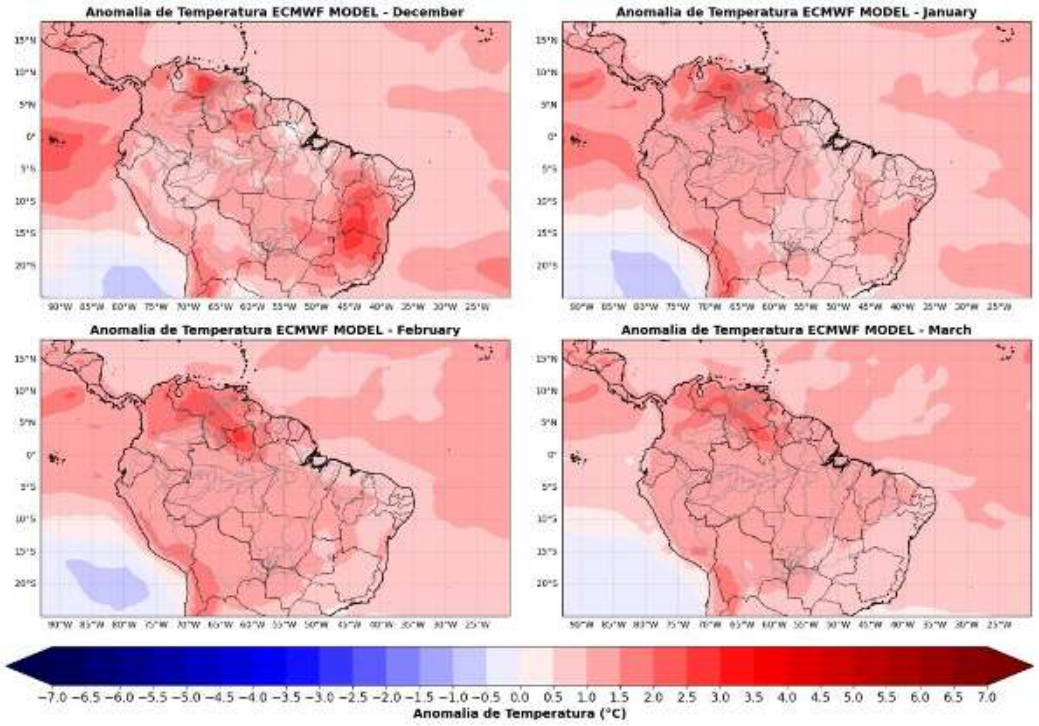

Figura 8. Previsões das anomalias de temperatura média do ar (2m) do modelo sazonal do ECMWF para os meses dezembro de 2023 e janeiro, fevereiro e março de 2024. Fonte dos dados: ECMWF.

4. Diagnóstico hidrológico das principais sub-bacia do Amazonas

Observam-se diversos afluentes do rio Amazonas em situação de seca, com pequenas oscilações e estabilização, porém sem chuvas consistentes e recuperação dos maiores afluentes. Permanecem os impactos sobre a navegação em pontos dos rios Negro, Solimões, Amazonas, Madeira, Purus. A seguir, são detalhadas as condições atuais das principais sub-bacias:

a) Rio Solimões

Nesta semana, o Solimões voltou a subir com intensidade em Tabatinga, com elevações médias diárias de 46 cm. Já em Itapéua e Manacapuru, o Solimões apresentou subidas na ordem de 7 cm diários.

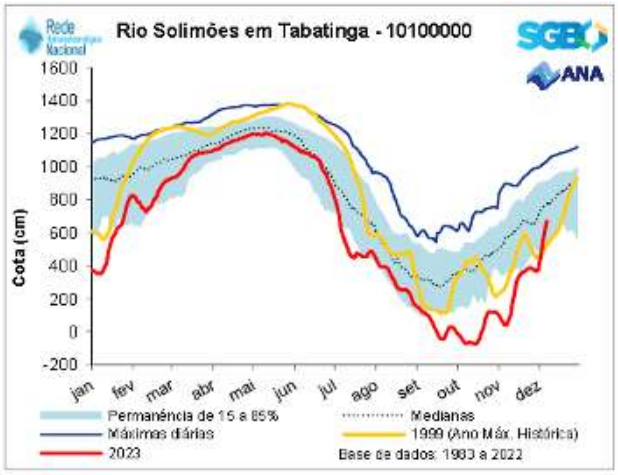

Figura 9. Cotagrama da estação fluviométrica de Tabatinga na bacia do rio Solimões. Fonte: CPRM.

b) Rio Negro

Na semana em curso, o rio Negro apresentou descidas em Tapuruquara e pequenas subidas em Barcelos. Na estação do Porto, em Manaus, o Rio Negro continua subindo,

com menor intensidade, com elevações diárias na ordem de 7 cm.

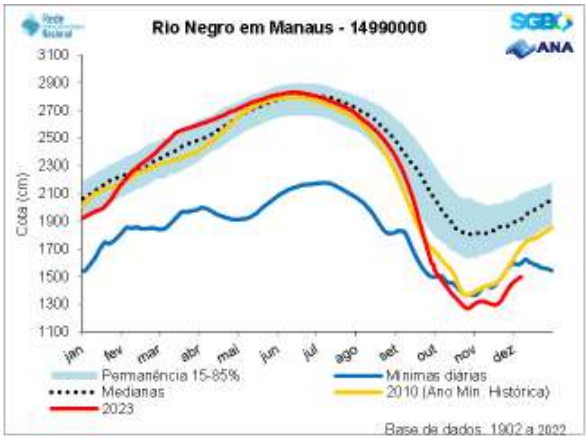

Figura 10. Cotagrama do rio Negro em Manaus. Fonte: CPRM

c) Rio Purus

O rio Acre em Rio Branco iniciou a semana com subidas acentuadas, mas nos últimos dias voltou a descer. Em Beruri, o rio Purus apresentou subidas na ordem de 7 cm diários.

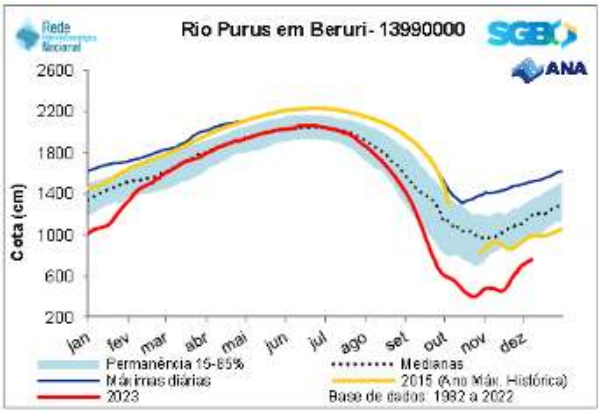

Figura 11. Cotagrama do rio Purus em Beruri. Fonte: CPRM

d) Rio Madeira

O rio Madeira iniciou a semana com subidas em Porto Velho, mas nos últimos dias apresentou oscilações de nível. Já em Humaitá, o rio Madeira apresentou subidas na ordem de 32 cm nos últimos três dias.

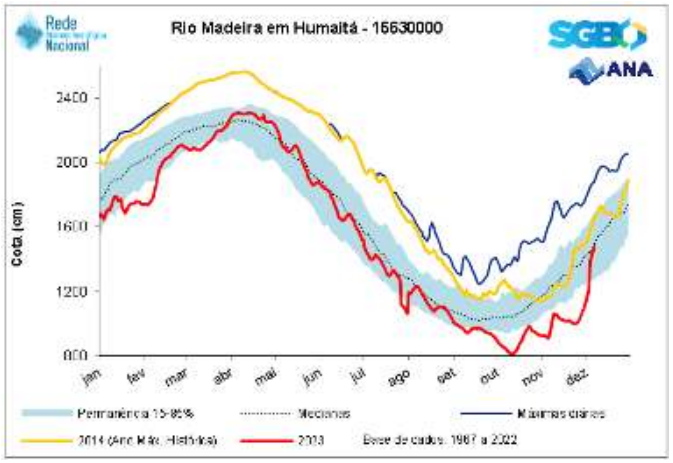

Figura 12. Cotagrama do rio Madeira em Humaitá. Fonte: CPRM

e) Rio Amazonas

O rio Amazonas subiu uma média diária de 7 cm no Careiro da Várzea e 5 cm em Itacoatiara. Já em Óbidos e Santarém, o rio Amazonas iniciou a semana com descidas e voltou a subir nos registros mais recentes.

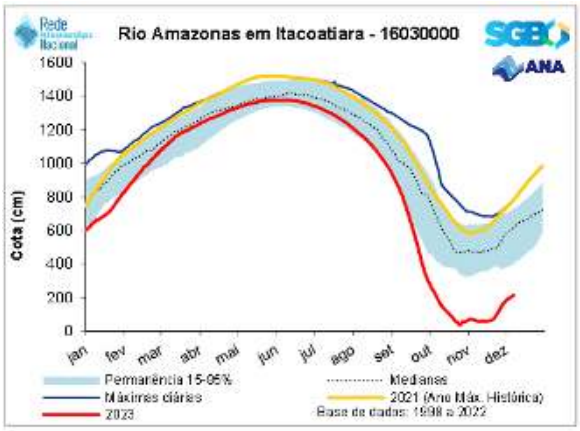

Figura 13. Cotagrama do rio Amazonas em Itacoatiara. Fonte: CPRM

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 dezembro de 2023 e janeiro, fevereiro, março de 2024. Em específico para a bacia do rio Madeira são apresentas as

previsões de vazões para os próximos três meses com o modelo hidrológico MGB-IPH forçado com as previsões sazonais do modelo sazonal Eta-CFS produzido pelo LABCLIM.

https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/provider/provider-cems without?tab=overview.

a) Rio Solimões

A Figura 14 e 15 apresentam as previsões das vazões na estação de Tabatinga e Tefé respectivamente. De acordo com as previsões para os próximos quarto meses são esperados que as vazões fiquem dentro da faixa de normalidade nessas duas localidades.

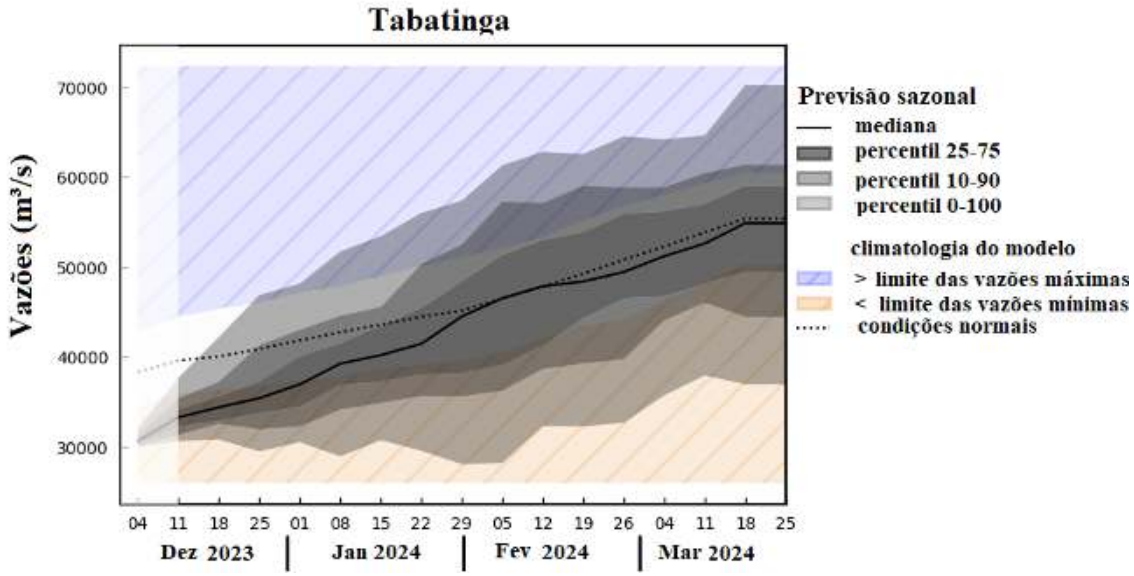

Figura 14. Projeções sazonais das vazões para a estação de Tabatinga com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

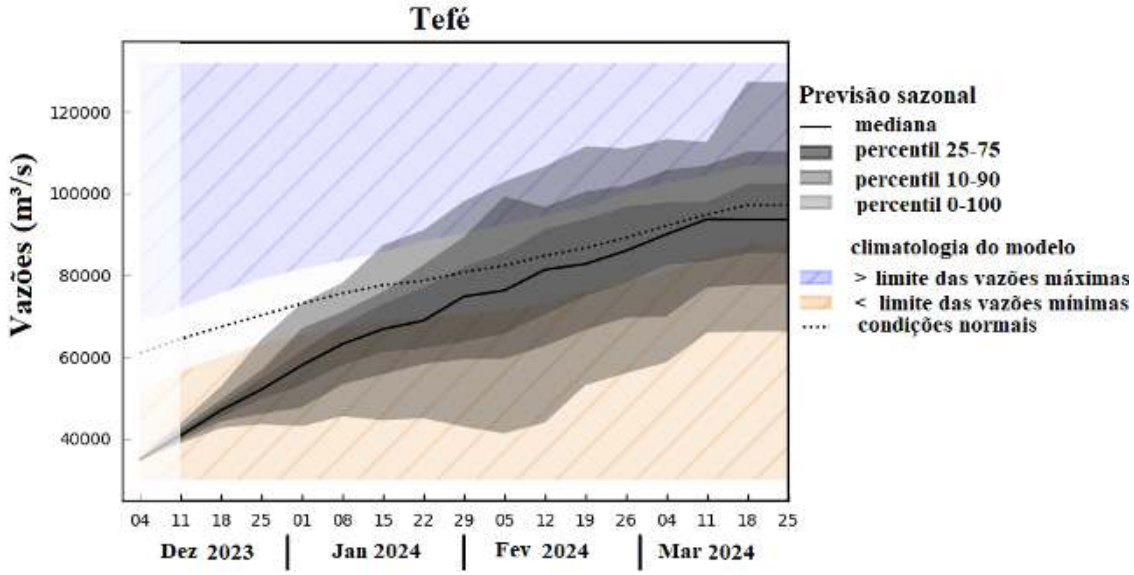

Figura 15. Projeções sazonais das vazões para a estação de Tefé com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

b) Rio Negro

A figura 16 traz as previsões das vazões na estação de São Gabriel da Cachoeira. Conforme as projeções, é esperado que as vazões permaneçam abaixo dos níveis normais até o início de janeiro de 2024. No entanto, a partir da segunda quinzena desse mesmo mês, as vazões devem retornar à faixa de normalidade, com uma probabilidade de ocorrência de 100%.

No que diz respeito às previsões para a estação de Manaus (figura 17), indicam que a vazão deverá continuar aumentando, com uma probabilidade de 100% de entrar na faixa de normalidade na segunda quinzena de fevereiro.

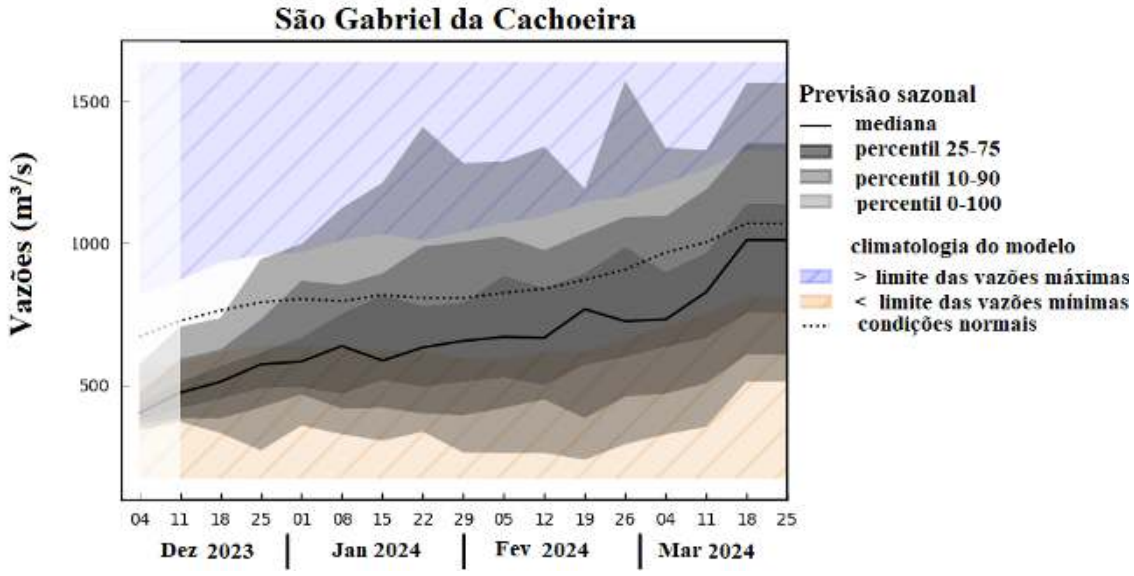

Figura 16. Projeções sazonais das vazões para a estação de São Gabriel da Cachoeira com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

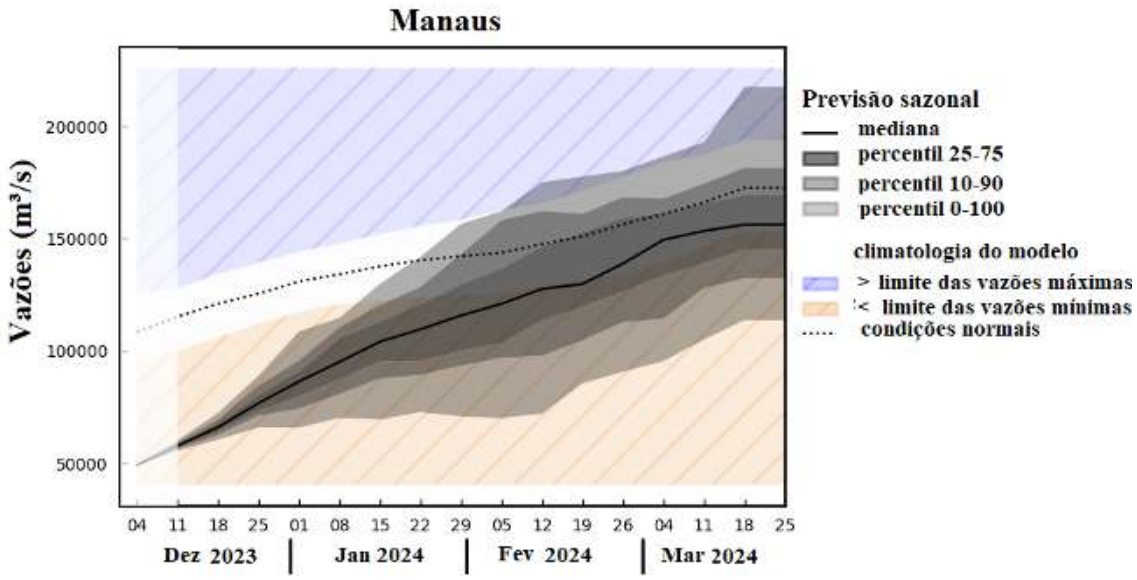

Figura 17. Projeções sazonais das vazões para a estação de Manaus com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

c) Rio Madeira

A figura 18 e 19 apresenta as previsões das vazões nas estações de Humaitá e Manicoré para os próximos três meses (dezembro, janeiro e fevereiro) com o modelo hidrológico MGB-IPH forçado com as previsões do modelo sazonal Eta-CFS. Segundo as previsões, são esperados que as vazões continuem aumentando para os próximos meses e permaneçam na faixa de normalidade nessas duas localidades.

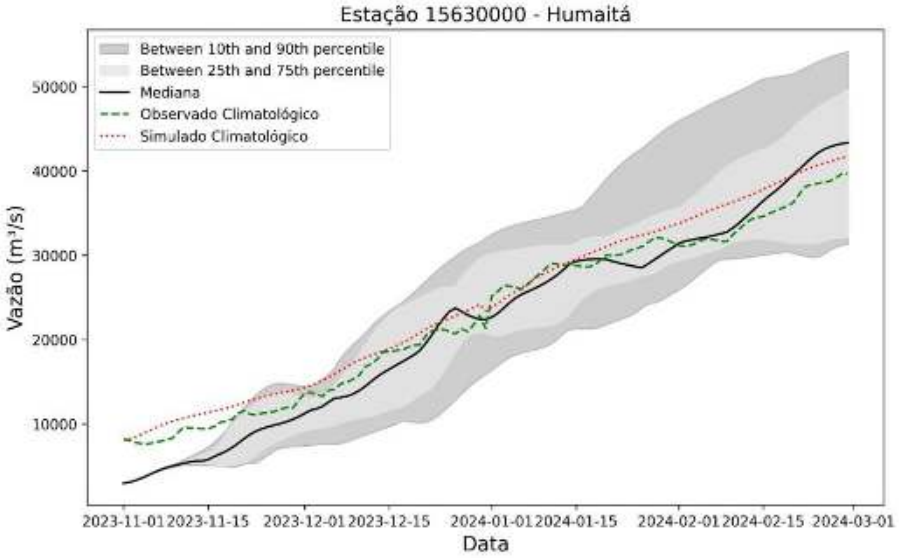

Figura 18. Projeções sazonais das vazões para a estação de Humaitá com base nos dados do modelo hidrológico MGB-IPH forçado com os dados do modelo Eta-CFS.

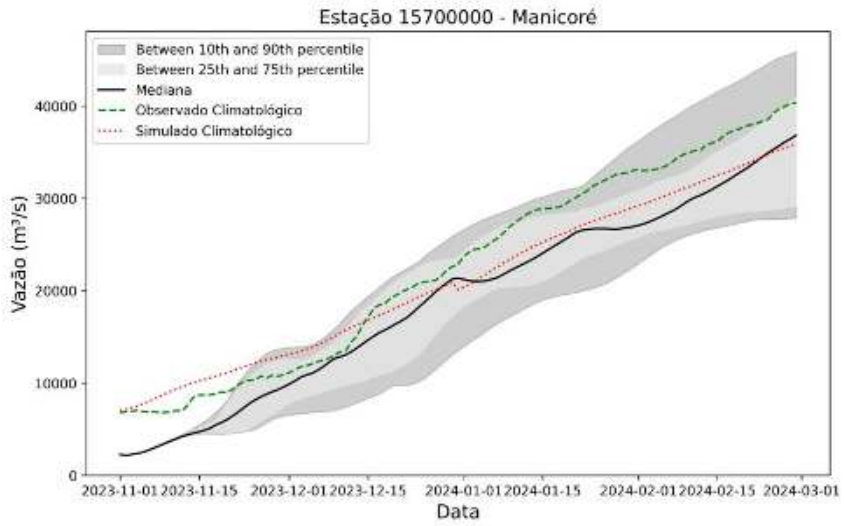

Figura 19. Projeções sazonais das vazões para a estação de Manicoré com base nos dados do modelo hidrológico MGB-IPH forçado com os dados do modelo Eta-CFS.

d) Rio Amazonas

A Figura 20 exibe as previsões das vazões na estação de Itacoatiara. Segundo as previsões, são esperados que as vazões continuem aumentando nos próximos dois meses e com uma probabilidade de 100% de que entre na faixa de normalidade no final de fevereiro de 2024.

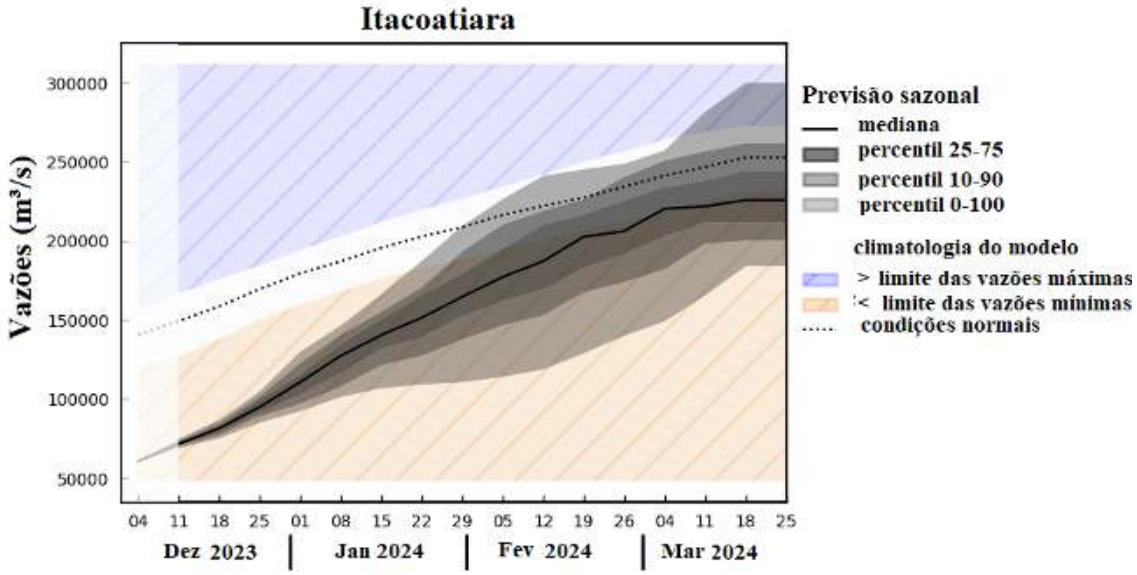

Figura 20. Projeções sazonais das vazões para a estação de Itacoatiara com base nos dados do ECMWF.

Síntese do prognóstico sazonal hidroclimático

Diante da gradual persistência das anomalias positivas no oceano Pacífico central-leste (El Niño) e do aquecimento anômalo no Atlântico Norte, a estação chuvosa na bacia Amazônica iniciou-se atrasada e com chuvas irregulares e abaixo da média climatológica. O prognóstico hidroclimático considera a persistência destas anomalias e manutenção do fenômeno El Niño nos próximos meses e do aquecimento anômalo do Atlântico Norte, o deve influenciar a atividade e posicionamento da ZCIT, além de intensificar o ramo subsidente das circulações de Walker e Hadley, principalmente sobre a Amazônia Oriental. Diante dessas condições, o prognóstico hidroclimático para meses de dezembro de 2023 e janeiro, fevereiro e março de 2024 são:

a) Precipitação: deverão permanecer abaixo da média climatológica na faixa noroeste e leste do estado do estado do Amazonas nos meses de dezembro e janeiro, nas demais regiões do estado do Amazonas às chuvas deverão ficar dentro da climatologia. Nos meses de fevereiro e março, as chuvas deverão ficar abaixo da média na porção leste e sul do estado do Amazonas e nas cabeceiras dos rios Solimões, Purus, Juruá e Madeira;

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

c) Níveis dos rios: A previsão indica que as principais sub-bacias do estado do Amazonas experimentarão atrasos na normalização de seus níveis nos próximos meses, com exceção do rio Madeira;

d) Queimadas: Com a volta gradual das chuvas, os números de focos de queimadas deverão diminuir.