GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS – UEA

2º BOLETIM DE PROGNÓSTICO SAZONAL HIDROCLIMÁTICO DO AMAZONAS

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

Novembro, 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 5
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 10
4.1 Prognóstico hidrológico das principais sub-bacia do Amazonas 13
Síntese do prognóstico sazonal hidroclimático 17

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 e outubro (ASO), utilizando dados do produto de precipitação global com uma resolução de 0,1° (MSWEP). Durante agosto e setembro, as regiões com os maiores acumulados de chuva estão localizadas no noroeste da bacia Amazônica, com valores variando entre 260 a 320 mm/mês. Em outubro, observa-se um incremento gradual nas precipitações, destacando-se os maiores acumulados na faixa noroeste, oeste e sudoeste da bacia Amazônica.

Os valores mínimos de precipitação, abaixo de 180 mm, concentram-se predominantemente no centro-sul da bacia Amazônica nos meses de agosto e setembro. No mês de outubro, por sua vez, os registros mínimos ocorrem no centro-leste da bacia, incluindo a porção leste do estado do Amazonas.

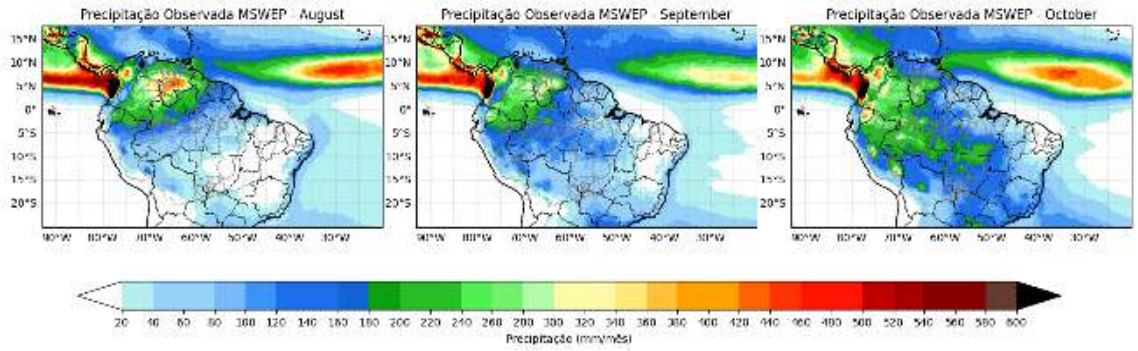

Figura 1. Climatologia de precipitação (mm/mês) na Amazônia entre os anos de 1992 a 2022 com base nos dados do produto de precipitação global (MSWEP).

1.1 Diagnóstico do fenômeno ENOS – El Niño Oscilação Sul

A figura 2 mostra a distribuição espacial das anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) durante o período de 10 de abril a 10 de outubro de 2023. O aquecimento anômalo persistiu nas regiões de monitoramento do Pacífico Equatorial, com maiores anomalias de temperaturas nas áreas do Niño 1+2 e Niño 3, alcançando valores superiores a 2°C acima da média, evidenciando continuação do fenômeno El Niño. No oceano Atlântico Tropical norte continuaram sendo observadas anomalias positivas de TSM na bacia Norte, enquanto na bacia Sul as TSM's estiveram com anomalias positivas, caracterizando um dipolo do Atlântico.

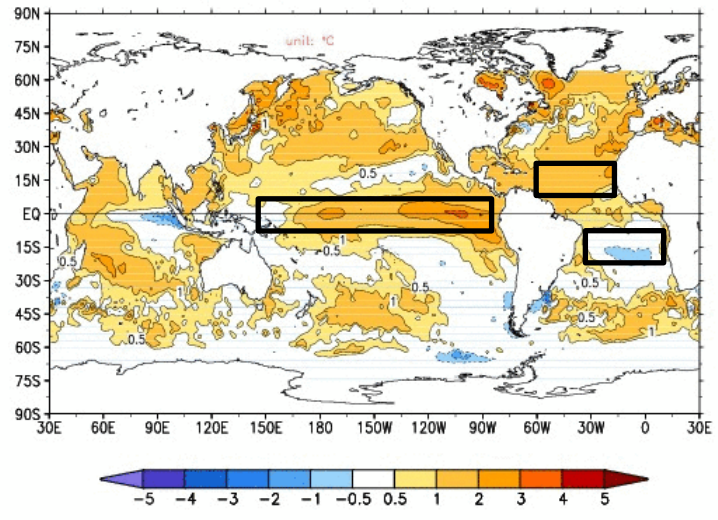

Figura 2. Distribuição das anomalias da temperatura da superfície do mar (TSM) durante o período de 10 de abril a 10 de outubro de 2023. Fonte dos dados: NCEP/NOAA – EUA. https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/GODAS/

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 meados de outubro de 2023, as condições do El Niño no Pacífico equatorial centro-leste estabilizaram no nível de um evento moderado de El Niño (Niño 3.4 = 1,5ºC). Quase todos os modelos na pluma de previsão IRI ENSO preveem uma continuação do evento El Niño durante o resto da primavera austral, verão e início do outono de 2024, com um enfraquecimento subsequente a partir de então. Contudo os modelos apontam para uma situação de neutralidade do ENSO em maio-julho e junho-agosto de 2024. Com relação às previsões probabilísticas (Figura 4), há uma probabilidade de 88% de que o El Niño continue influenciando o regime de chuvas e temperaturas na Amazônia até os meses de março a maio, além de uma probabilidade de 57% de que entre na fase de neutralidade nos meses de maio a julho de 2024.

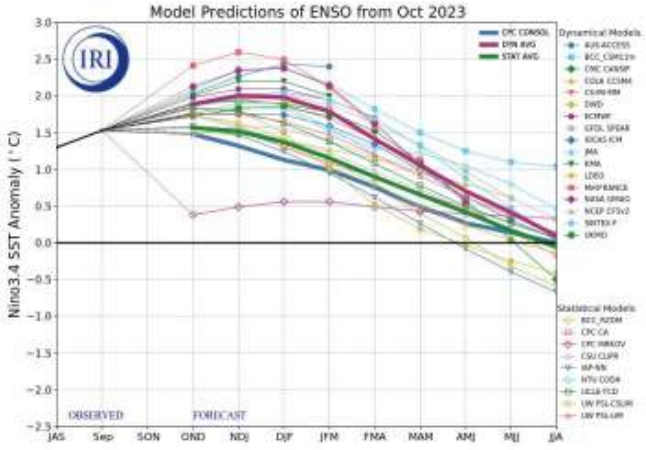

Figura 3. Pluma com o prognóstico dos modelos estatísticos e dinâmicos para a ocorrência do fenômeno ENOS. Dados: http://iri.columbia.edu.

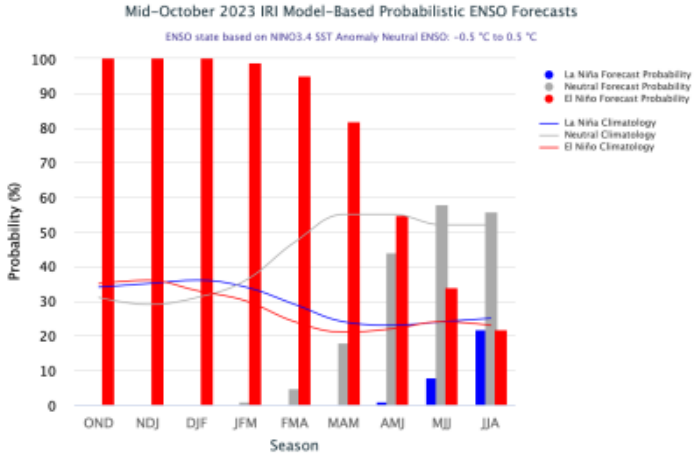

Figura 4. Previsão probabilística baseada em modelos estatísticos e dinâmicos para a ocorrência do fenômeno ENOS. Dados: http://iri.columbia.edu.

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 e outubro de 2023, com base nos dados do produto de precipitação global (MSWEP). O déficit de precipitação em praticamente todo este trimestre esteve principalmente associado ao fenômeno El Niño, juntamente com as anomalias positivas de TSM no Atlântico Tropical Norte. Esses fatores provocaram alterações na circulação de grande escala, inibindo o desenvolvimento de nuvens convectivas, que normalmente têm o potencial de gerar

grandes volumes de precipitação. Esse cenário atmosférico foi desfavorável para a ocorrência de precipitação na região, especialmente no estado do Amazonas.

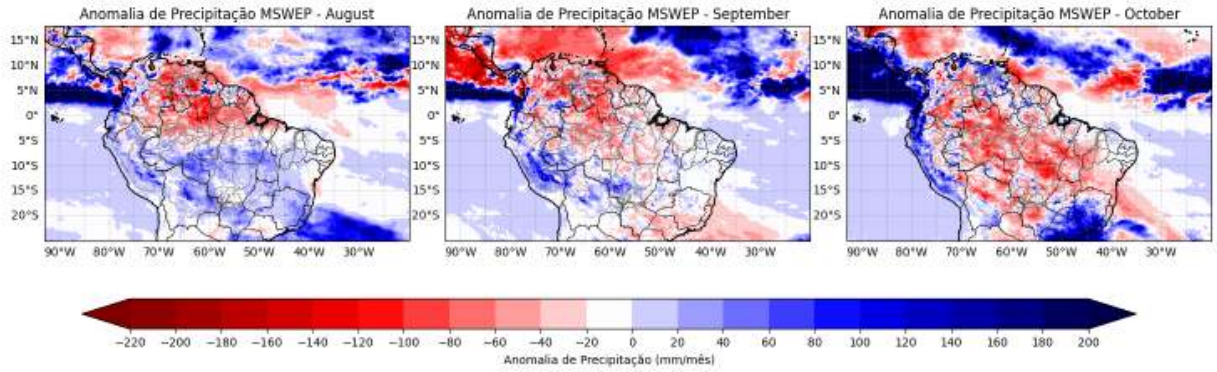

Figura 5. Anomalia de precipitação (mm/mês) na Amazônia para os meses de julho, agosto e setembro de 2023 provenientes dos dados do produto de precipitação global (MSWEP).

3.1 Prognósticos da estiagem no Amazonas 2023/2024

As projeções das anomalias de precipitação (mm/mês) provenientes dos modelos regional Eta (INPE) e climático do ECMWF estão apresentadas nas Figuras 6 e 7, correspondentes aos meses de novembro e dezembro de 2023 e janeiro de 2024, respectivamente. Há um consenso entre os modelos para o mês de novembro, indicando que as chuvas deverão permanecer abaixo da média climatológica (60 a 80 mm/mês) na maior parte do estado do Amazonas, com exceção da região oeste, onde há a possibilidade de chuvas acima da média.

Para os meses de dezembro e janeiro, os modelos apontam para um aumento gradual das chuvas em todo o estado do Amazonas, especialmente nas cabeceiras dos rios Solimões e Negro (Peru e Colômbia). Destaca-se a bacia do rio Madeira, com projeções indicando chuvas abaixo da média climatológica durante esses meses.

No que diz respeito às anomalias de temperatura média (ºC), representadas na Figura 8 pelo modelo climático do ECMWF, as projeções para os meses de novembro e dezembro de 2023, assim como janeiro e fevereiro 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.

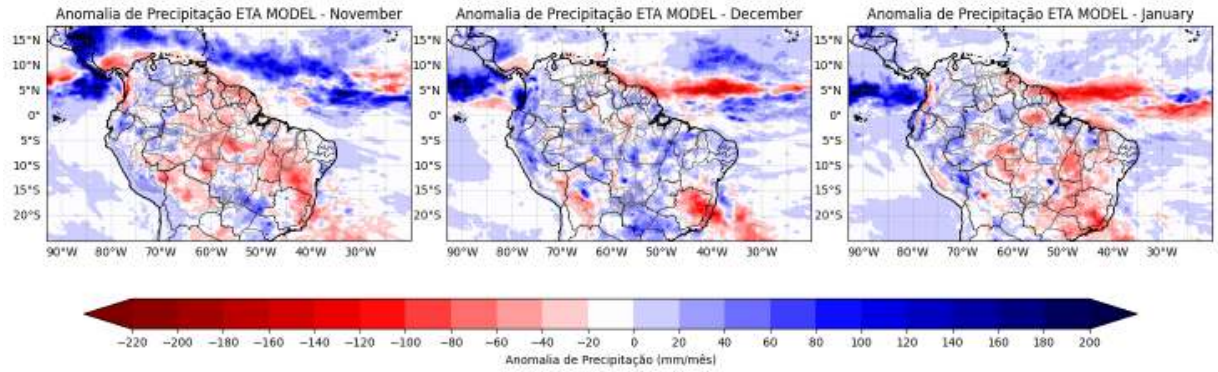

Figura 6. Projeção das Anomalias de precipitação do modelo regional Eta (INPE) para os meses de novembro, dezembro de 2023 e janeiro de 2024.

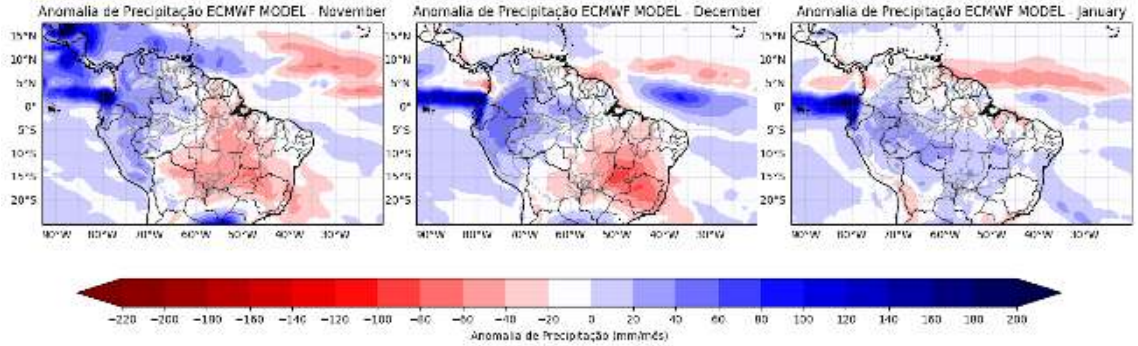

Figura 7. Projeção das Anomalias de precipitação do modelo climático ECMWF para o mês de outubro, novembro e dezembro de 2023. Fonte dos dados: ECMWF.

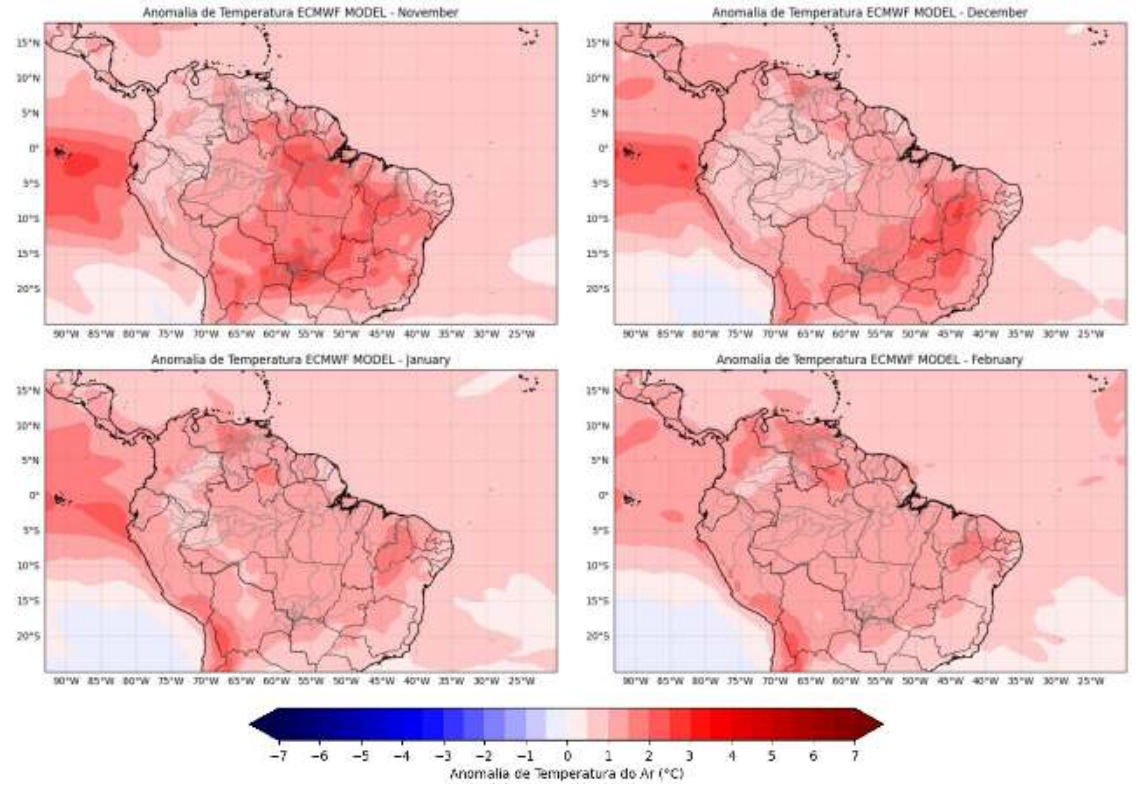

Figura 8. Projeção das Anomalias de temperatura média do modelo climático ECMWF para os meses de novembro, dezembro de 2023 e janeiro e fevereiro de 2024. Fonte dos dados: ECMWF.

4. Diagnóstico hidrológico das principais sub-bacia do Amazonas

Segundo o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), os comportamentos atuais dos níveis dos rios das principais sub-bacias no estado do Amazonas encontram-se em condições normais para está época do ano. A seguir, são detalhadas as condições atuais das principais sub-bacias:

a) Rio Solimões

O rio Solimões continua descendo em Tabatinga, mas apresentando descidas menores no registro mais recente. Em Fonte Boa e Itapéua (Coari), o Solimões apresentou certa estabilidade nos últimos dias. Em Manacapuru, o Solimões apresentou pequenas oscilações. Os níveis registrados desta calha ainda são considerados baixos para a época.

Tabatinga – cota atual: 46 cm em 06/11/2023		
Ano	**Cota (cm)**	**Ordem**
2010	-86	1
2023	-75	2
2005	2	3
2022	2	4
1998	13	5
1995	43	6
1988	60	7
2021	72	8
2012	84	9
2018	94	10
2007	97	11
2011	105	12
1999	113	13

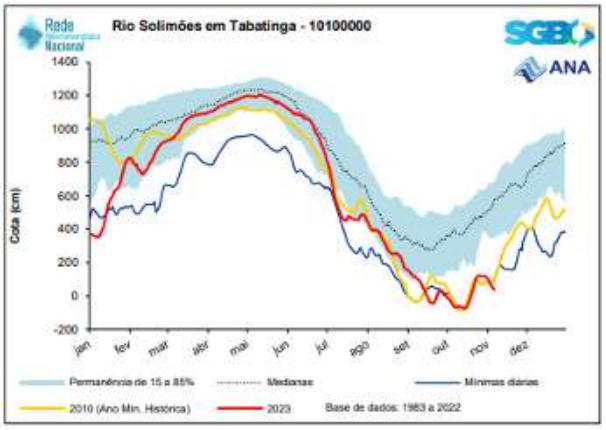

Figura 9. Cotagrama da estação fluviométrica de Tabatinga na bacia do rio Solimões. Fonte: CPRM.

b) Rio Negro

O rio Negro continua com descidas em São Gabriel da Cachoeira e Tapuruquara. O Negro em Manaus manteve o processo de subida na última semana, porém hoje (08/11/23) o nível do rio Negro em Manaus voltou há ter oscilações da ordem de -2 cm. Ressalta-se que os níveis registrados ainda são considerados muito baixos para o período.

Manaus – cota atual: 1320 cm em 08/11/2023		
Ano	**Cota (cm)**	**Ordem**
2023	1270	1
2010	1363	2
1963	1364	3
1906	1420	4
1997	1434	5
1916	1442	6
1926	1454	7
1958	1474	8
2005	1475	9
1936	1497	10
1998	1503	11
1909	1504	12

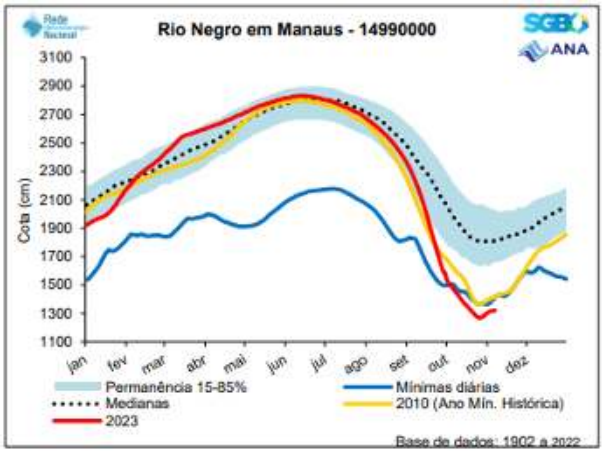

Figura 10. Cotagrama do rio Negro em Manaus. Fonte: CPRM

c) Rio Purus

Na semana em curso, o rio Branco no Acre apresentou processo de recuperação de seu nível, com subidas na ordem de 13 cm (média diária). Em Beruri, o rio Purus apresentou pequenas oscilações nos registros mais recentes.

Beruri – cota atual: 478 cm em 08/11/2023		
Ano	**Cota (cm)**	**Ordem**
2023	407	1
2010	518	2
1998	539	3
2005	560	4
1997	661	5
2022	714	6
1995	745	7
2011	790	8
2009	810	9
2020	818	10
2015	822	11
1983	823	12

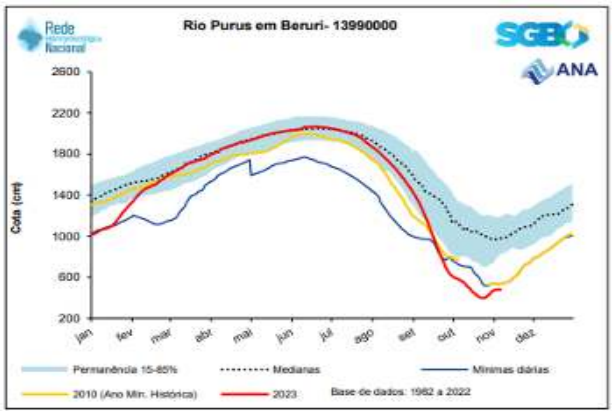

Figura 11. Cotagrama do rio Purus em Beruri. Fonte: CPRM

d) Rio Madeira

Nos últimos dias, o rio Madeira em Porto Velho apresentou recuperação de 1,51 m em seu nível. Já em Humaitá, o Madeira continua em processo de recessão.

Humaitá – cota atual: 922 cm em 06/11/2023		
Ano	**Cota (cm)**	**Ordem**
2023	810	1
1969	833	2
2020	846	3
2005	895	4
2010	905	5
1968	911	6
1967	913	7
1988	922	8
2022	922	9
1995	929	10
1999	936	11
1971	938	12
1998	938	13

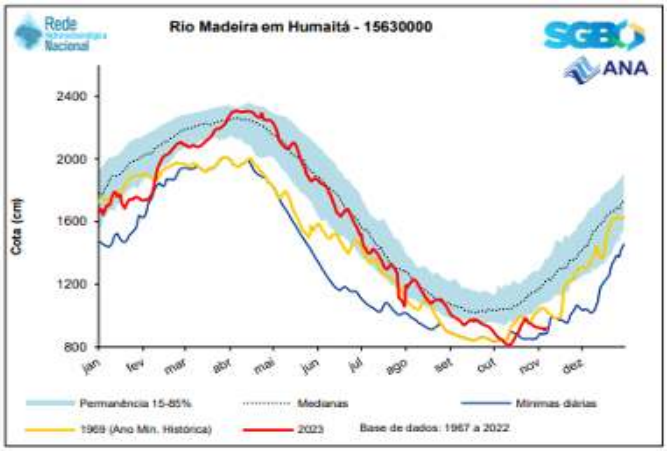

Figura 12. Cotagrama do rio Madeira em Humaitá. Fonte: CPRM

e) Rio Amazonas

O rio Amazonas apresentou pequenas descidas em Itacoatiara e em Parintins nos registros mais recentes. Em Óbidos e Santarém, o Amazonas continua descendo e registrou certa recuperação em Almerim.

Itacoatiara – cota atual: 62 cm em 08/11/2023		
Ano	**Cota (cm)**	**Ordem**
2023	36	1
2010	91	2
2005	211	3
2012	300	4
1998	301	5
2015	325	6
2022	335	7
2020	347	8
2009	350	9
2011	389	10
2018	390	11
1999	393	12
2006	399	13

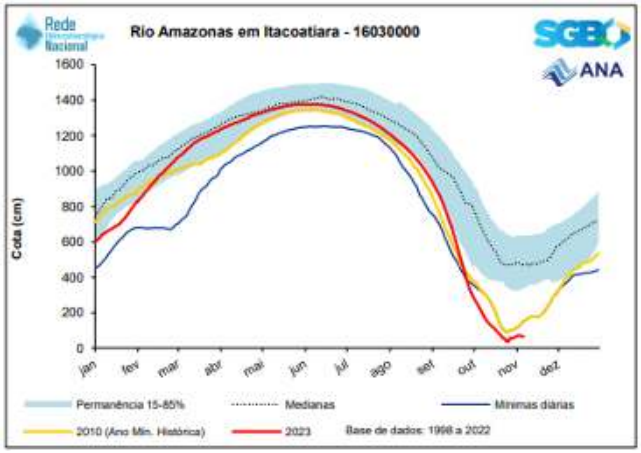

Figura 13. Cotagrama do rio Amazonas em Itacoatiara. Fonte: CPRM

4.1 Prognóstico hidrológico das principais sub-bacia do Amazonas

Nesta seção são apresentadas as previsões de um conjunto de dados de vazões produzido pelo ECWF 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. https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/provider/provider-cems without?tab=overview.

a) Rio Solimões

A Figura 14 apresenta previsões das vazões na estação de Tabatinga. De acordo com essas projeções, é esperado um aumento nas vazões ao longo de novembro e início de dezembro, com uma probabilidade de 100% de as vazões alcançarem a faixa normal entre os dias 04 e 11 de dezembro. No entanto, existe uma chance de 14% de as vazões ultrapassarem o limite máximo permitido no rio Solimões, na estação de Tabatinga.

Quanto às previsões para a estação de Tefé (Figura 15), indicam um aumento nas vazões no final de novembro e início de dezembro. A probabilidade é de 100% para as vazões se situarem dentro da faixa normal entre os dias 06 e 13 de janeiro, na estação de Tefé.

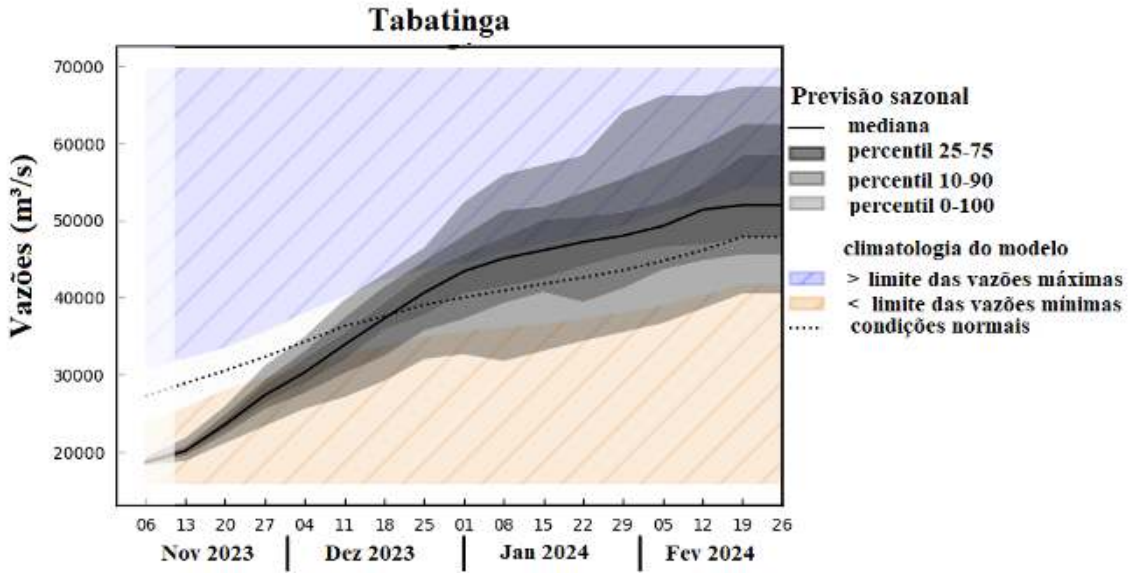

Figura 14. Projeções sazonais das vazões para a estação de Tabatinga com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

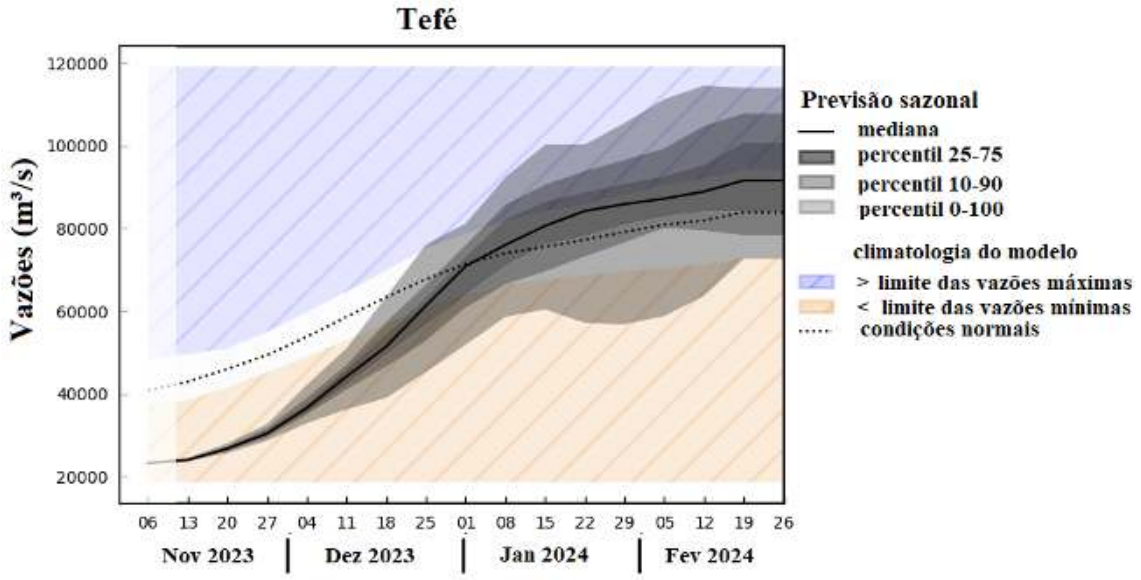

Figura 15. Projeções sazonais das vazões para a estação de Tefé com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

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 a primeira quinzena de dezembro. 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 um aumento nas vazões apenas nas primeiras semanas de janeiro de 2024, com uma probabilidade de 100% para as vazões retornarem à faixa de normalidade.

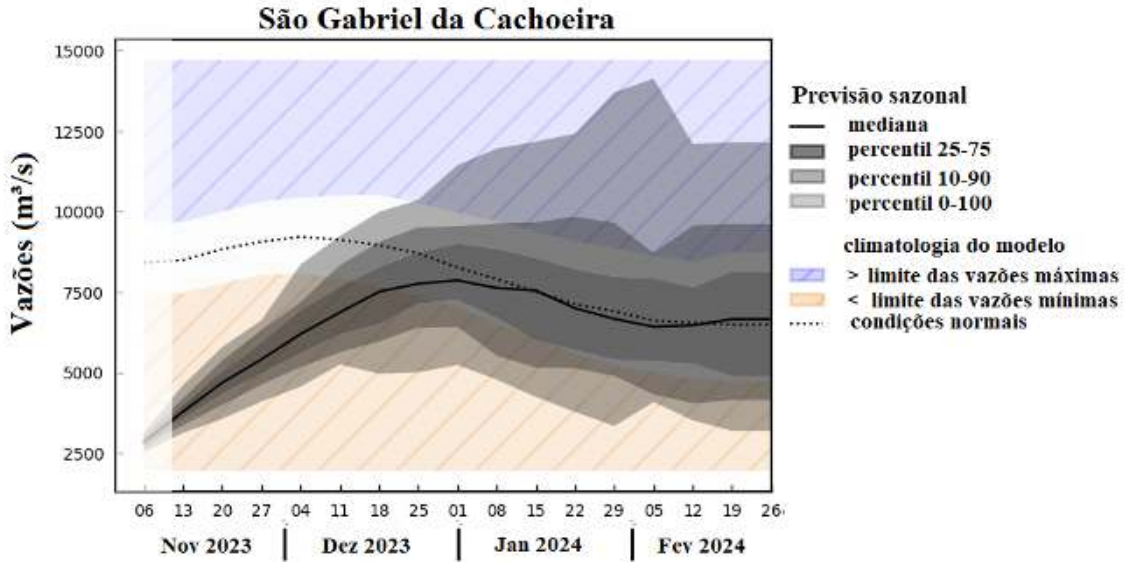

Figura 16. Projeções sazonais das vazões para a estação de São Gabriel da Cachoeira com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

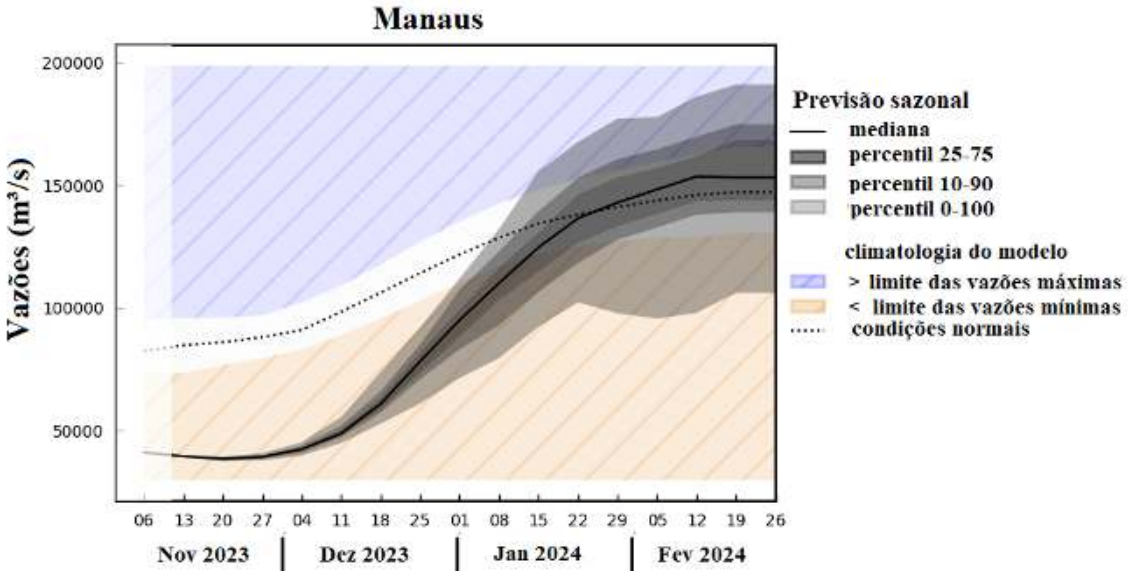

Figura 17. Projeções sazonais das vazões para a estação de Manaus com base nos dados do ECMWF. Fonte: ECMWF.

c) Rio Madeira

A Figura 18 apresenta as previsões das vazões na estação de Humaitá. Segundo as projeções, é esperado que as vazões permaneçam abaixo dos níveis normais até o final de janeiro e início de fevereiro de 2024. Contudo, a partir de fevereiro, as vazões devem retornar à faixa de normalidade, com uma probabilidade de ocorrência de 100%. Vale ressaltar que os limiares para essa época do ano são relativamente baixos.

Quanto às previsões para a estação de Manicoré (Figura 19), elas indicam um comportamento semelhante ao observado na estação de Humaitá.

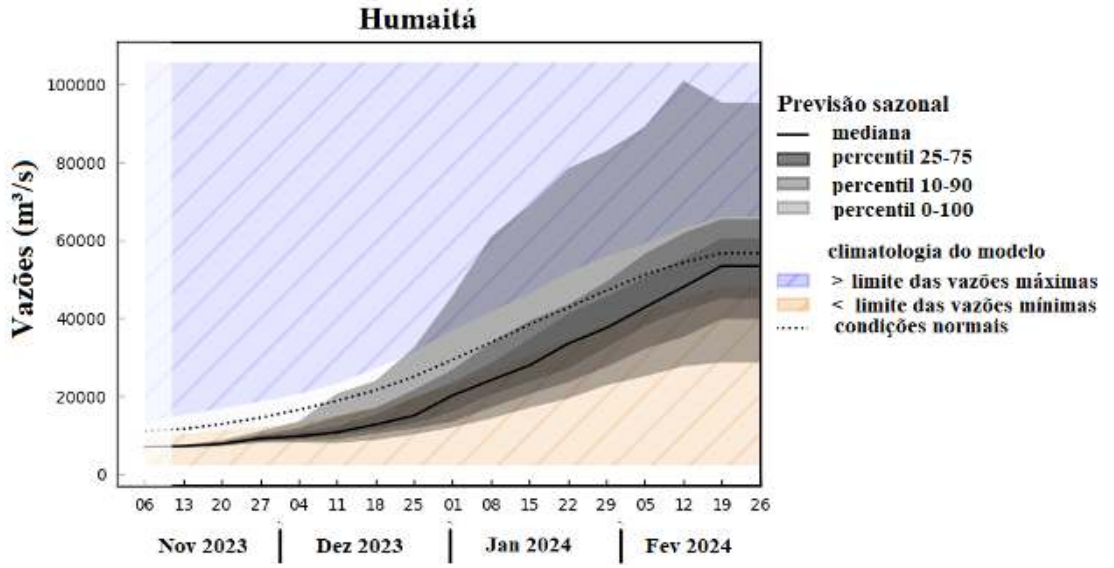

Figura 18. Projeções sazonais das vazões para a estação de Humaitá com base nos dados do ECMWF.

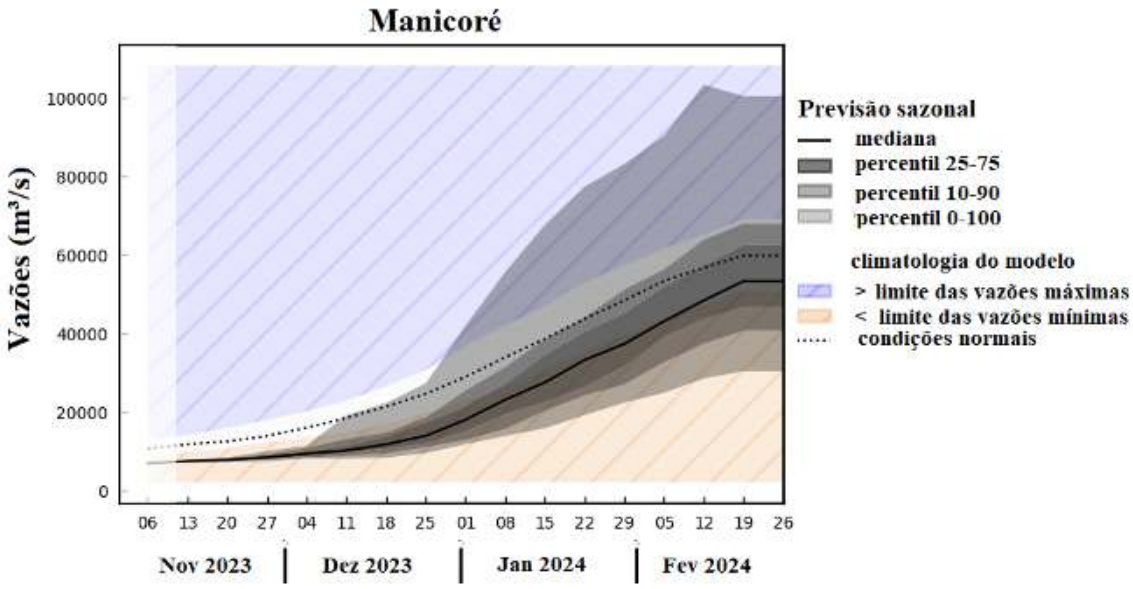

Figura 19. Projeções sazonais das vazões para a estação de Manicoré com base nos dados do ECMWF.

d) Rio Amazonas

A Figura 20 exibe as previsões das vazões na estação de Itacoatiara. Segundo as projeções, é previsto que as vazões permaneçam abaixo dos níveis normais até o final de janeiro de 2024. No entanto, no início de fevereiro, espera-se que as vazões entrem na faixa de normalidade, com uma probabilidade de ocorrência de 100%. É importante

notar que os limiares para essa época do ano são relativamente baixos.

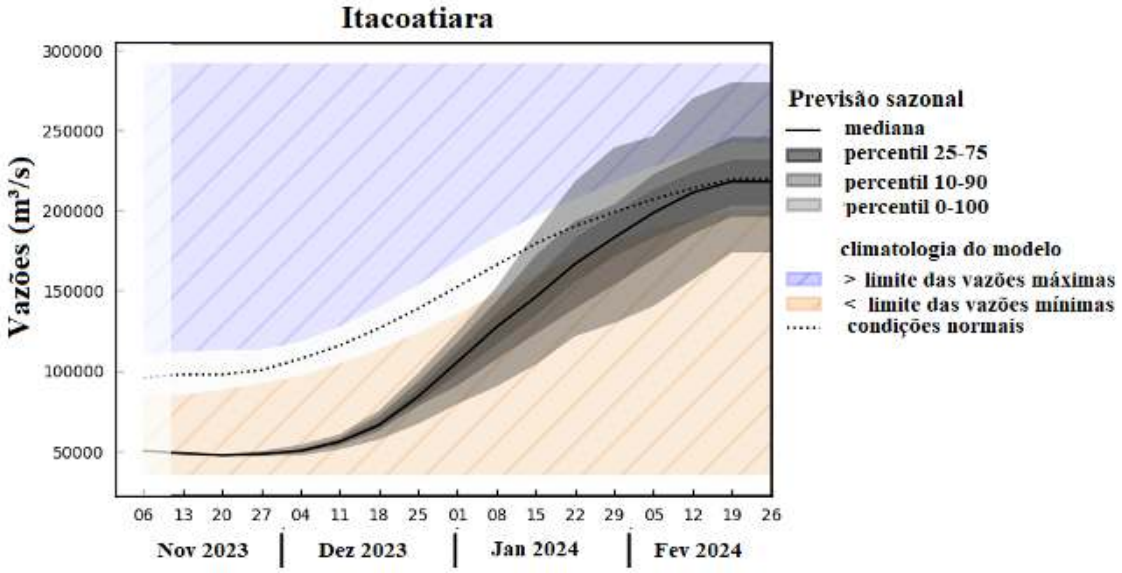

Figura 20. Projeções sazonais das vazões para a estação de Itacoatiara com base nos dados do ECMWF.

Síntese do prognóstico sazonal hidroclimático

Diante da gradual persistência das anomalias no oceano Pacífico central-leste e da contínua presença do fenômeno El Niño nos próximos meses, com intensidade moderada, especialmente no início e durante a estação chuvosa na região Amazônica, o prognóstico hidroclimático considera também o aquecimento anômalo no Atlântico Norte. Este último estabelece um gradiente forte de anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) direcionado para o hemisfério Norte, podendo impactar na intensidade e posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Além disso, o El Niño pode intensificar o ramo subsidente da circulação de Walker sobre o centro-leste do estado do Amazonas, resultando na redução da precipitação e no atraso no início da estação chuvosa nessa região. Diante dessas condições, o prognóstico climático para o trimestre de novembro, dezembro de 2023 e janeiro de 2024 são:

a) Precipitação: Abaixo da média em todo o estado do Amazonas no mês de novembro, exceto na região oeste. Nos meses de dezembro e janeiro as chuvas deveram permanecer abaixo da média no leste e norte do estado, enquanto a região centro-oeste do estado Amazonas as chuvas deverão ficar dentro da média climatológica;

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, onde é projetado que seus níveis permaneçam abaixo da normalidade;

d) Queimadas: Os déficits de chuva na porção centro-leste do estado do Amazonas e na porção oriental da Amazônia, associado a temperaturas acima da média podem favorecer a ocorrência de queimadas.