GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS – UEA

PROGNÓSTICO SAZONAL HIDROCLIMÁTICO DO ESTADO DO AMAZONAS

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

Outubro, 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
1.1Diagnóstico 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 14

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, bem como informações relacionadas à precipitação, temperatura, umidade do solo, escoamento superficial, evaporação e níveis de água (cota) dos principais rios do estado do Amazonas.

1. Climatologia da precipitação

A Figura 1 apresenta a climatologia da distribuição espacial da precipitação durante os meses de junho, julho e agosto (JAS), utilizando dados do produto de precipitação global com resolução de 0,1° (MSWEP). Durante esse trimestre, os picos de chuva deslocam-se para o noroeste, caracterizando a estação chuvosa em Roraima e no extremo noroeste do Amazonas, seguindo o movimento aparente do Sol para o Hemisfério Norte. Os valores mínimos de precipitação (abaixo de 100 mm) concentram-se no centro-sul da região Amazônica, principalmente nos estados do Amazonas, Rondônia, Mato Grosso, Tocantins e Maranhão, o que caracteriza a estação seca nesses estados, com precipitação mensal inferior a 50 mm e, às vezes, até inferior a 20 mm.

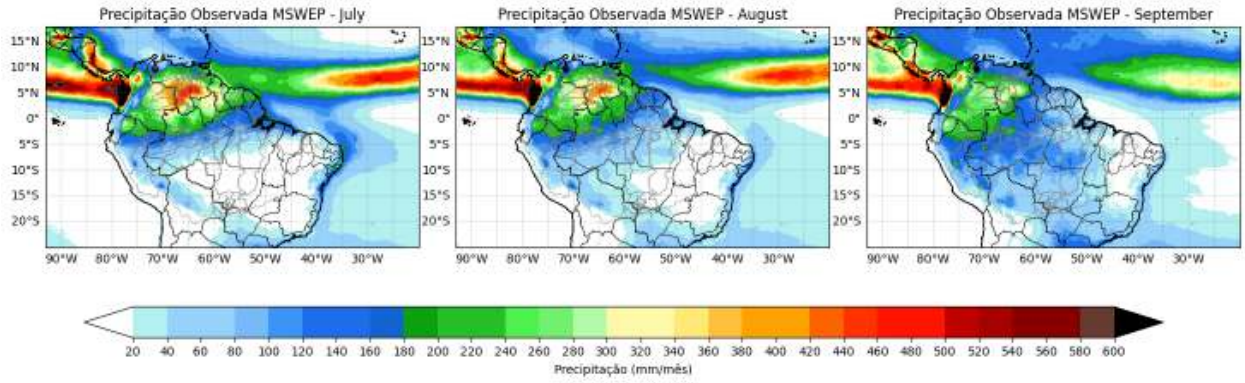

Figura 1. Climatologia de precipitação (mm/mês) na Amazônia entre os anos de 1992 a 2022 com base nos dados do produto de precipitação global (MSWEP).

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 maio a 09 de outubro de 2023. O aquecimento anômalo persistiu e se intensificou 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 a atuação do fenômeno El Niño. No Atlântico Tropical continuaram sendo observadas anomalias positivas de TSM na bacia Norte, enquanto na bacia Sul as TSM estiveram próximas da média.

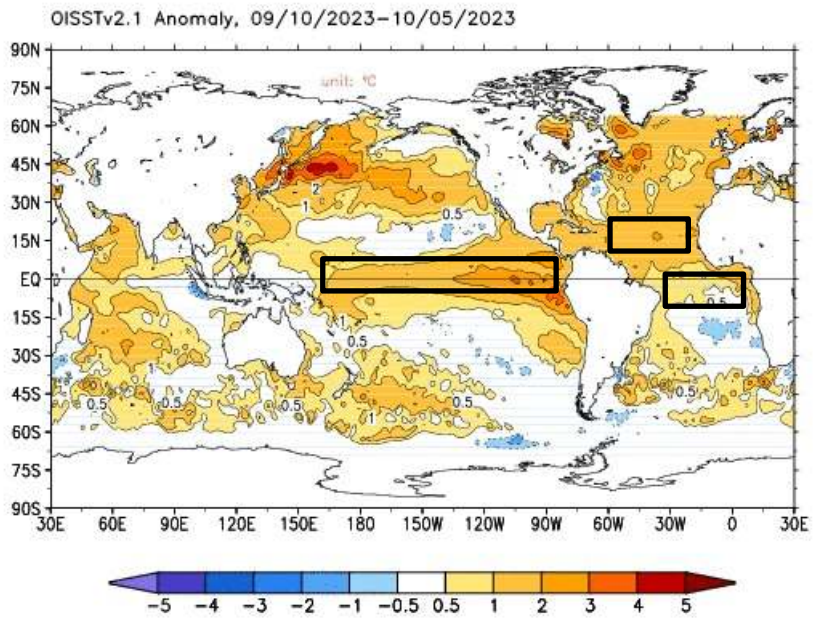

Figura 2. Distribuição das anomalias da temperatura da superfície do mar (TSM) durante o período de 10 de maio a 09 de outubro de 2023. Fonte dos dados: NCEP/NOAA – EUA. https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/GODAS/

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 de Niño 3.4 (Figura 3) indicam que o fenômeno El Niño deve continuar atuando com intensidade moderada. Quase todos os modelos na projeção da pluma IRI ENSO preveem a persistência do evento El Niño durante o verão no hemisfério sul e início do outono de 2024, seguido de um subsequente enfraquecimento. No que diz respeito às previsões probabilísticas (Figura 4), há uma probabilidade de 88% de que o El Niño continue influenciando o clima até os meses de fevereiro a abril e uma probabilidade de 57% de que entre na fase de neutralidade nos meses de maio a julho de 2024.

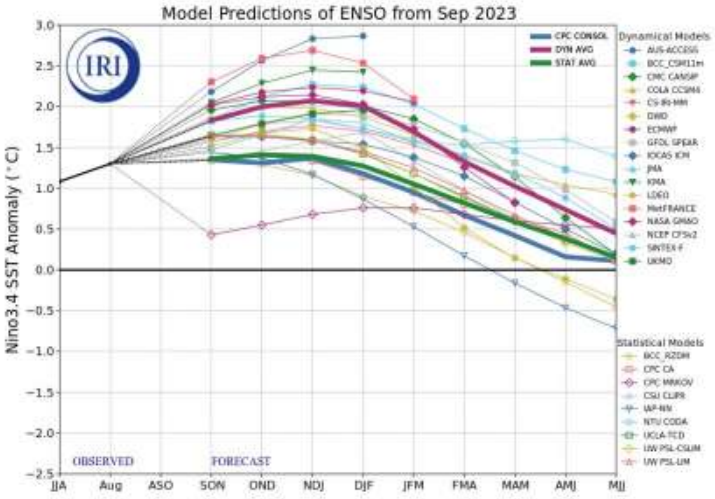

Figura 3. Pluma com o prognóstico dos modelos estatísticos e dinâmicos para a ocorrência do fenômeno ENOS. Dados: http://iri.columbia.edu.

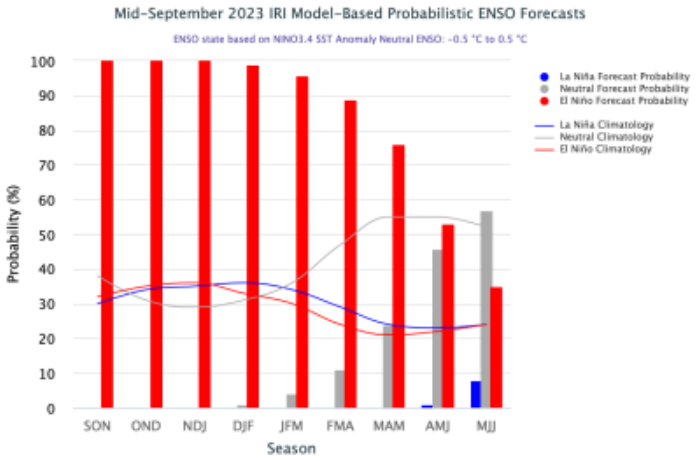

Figura 4. Previsão probabilística baseada em modelos estatísticos e dinâmicos para a ocorrência do fenômeno ENOS. Dados: http://iri.columbia.edu.

3. Diagnóstico da estiagem no Amazonas

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

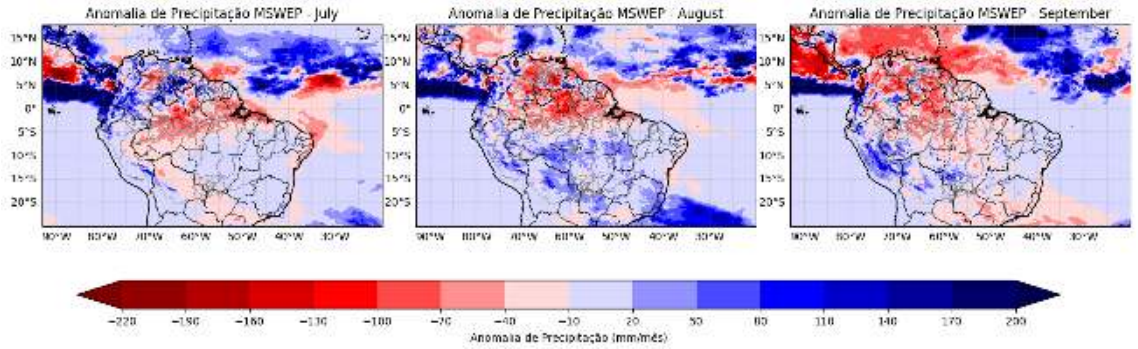

Figura 5. Anomalia de precipitação (mm/mês) na Amazônia para os meses de julho, agosto e setembro de 2023 provenientes dos dados do produto de precipitação global (MSWEP).

3.1 Prognósticos da estiagem no Amazonas 2023/2024

As projeções das anomalias de precipitação dos modelos regional Eta (INPE) e climático do ECMWF estão representadas nas Figuras 6 e 7, referentes aos meses de outubro, novembro e dezembro de 2023, respectivamente. Existe um consenso entre os modelos para os meses de outubro e novembro de que a precipitação na maior parte do estado do Amazonas deverá ficar abaixo das médias climatológicas, com déficits de precipitação variando de 10 a 70 mm/mês. As áreas mais afetadas por esses déficits serão principalmente as regiões centro-leste, leste e sudeste do estado. No entanto, em dezembro, são esperadas anomalias positivas de precipitação (50 mm/mês) no centro-oeste do estado do Amazonas, na região do alto Solimões, bem como nos afluentes do rio Solimões no Peru e na Colômbia.

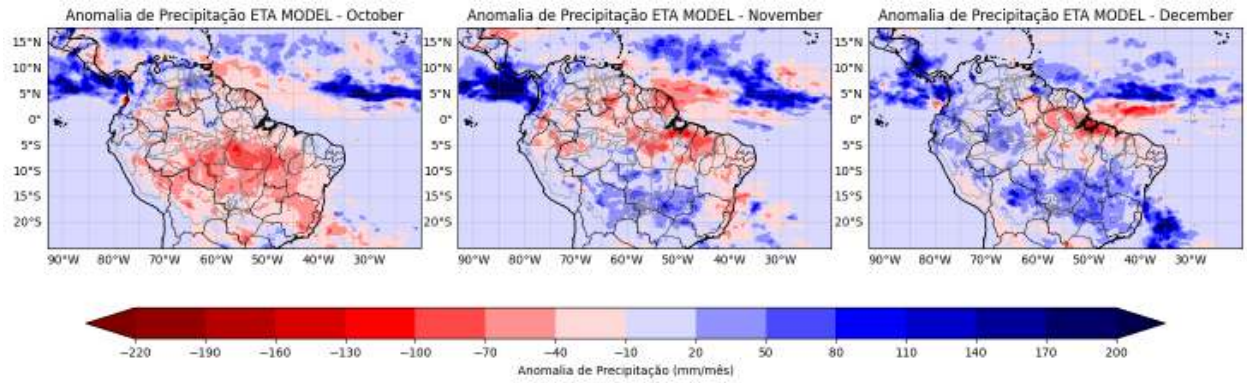

Figura 6: Projeção das Anomalias de precipitação do modelo regional Eta (INPE) para os meses de outubro, novembro e dezembro de 2023.

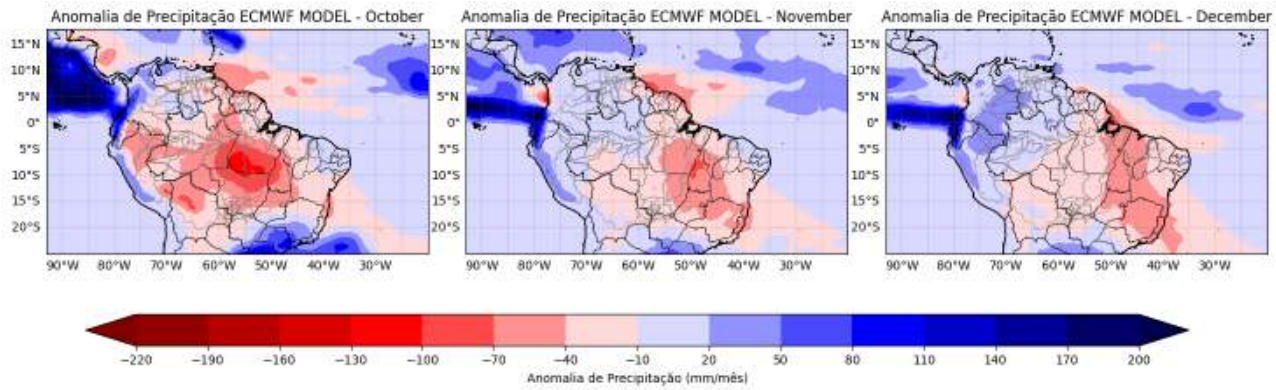

Figura 7: Projeção das Anomalias de precipitação do modelo climático ECMWF para o mês de outubro, novembro e dezembro de 2023. Fonte dos dados: ECMWF.

A Figura 8 ilustra o Prognóstico do Índice de Seca Padronizada (SPI) com um horizonte de previsão de três meses (OND), utilizando os dados de Reanálise do ERA5 do Centro Europeu de Previsões Meteorológicas de Médio Prazo (ECWMF). A análise do SPI projeta para o estado do Amazonas e outras áreas da Amazônia um período de escassez de precipitação nos próximos três meses (OND), o que resultará em condições adversas de seca anormal em todo o estado do Amazonas. Essas condições provavelmente continuarão afetando a redução dos níveis dos rios na segunda quinzena de outubro. Quanto às queimadas, a ausência de chuvas, altas temperaturas e baixa umidade do solo poderão servir como combustível para o aumento no número de focos de incêndio, especialmente em áreas já degradadas.

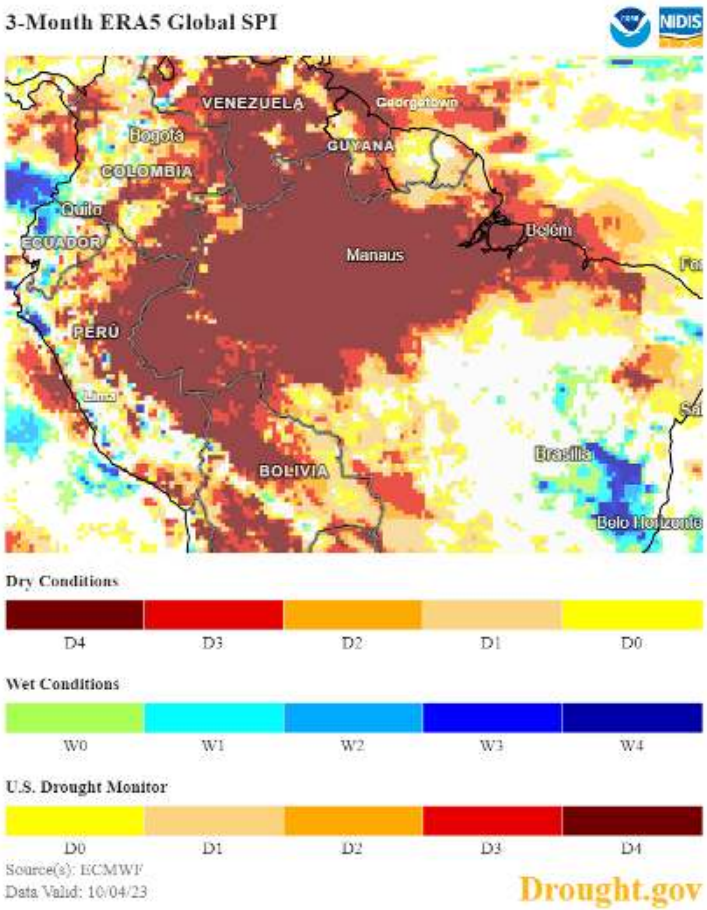

Figura 8. Visualização do Índice de Seca Padronizada utilizando os dados de reanálise provenientes do ERA5, com um horizonte de previsão de três meses a partir do dia 10 de outubro de 2023. Os valores do índice D0 (-0.7 a -0.5) denotam condições de seca anormal, enquanto o índice D1 (-1.2 a -0.8) aponta para condições de seca moderada. Índices mais baixos, como D2 (-1.5 a -1.3), indicam condições de seca severa, enquanto D3 (-1.9 a -1.6) representa condições de seca extrema. Os índices mais críticos, D4 (-2.0 ou inferior), refletem situações de seca excepcional. O índice de umidade também é apresentado, com W0 (0.5 a 0.7) indicando umidade anormal, W1 (0.8 a 1.2) representando níveis moderados de umidade e W2 (1.3 a 1.5) denotando umidade em níveis severos. Valores mais elevados, como W3 (1.6 a 2.0), sugerem condições de umidade extrema, enquanto W4 (2.0 ou superior) assinala condições de umidade excepcionais. Fonte: 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

Em Tabatinga, o rio Solimões voltou a diminuir ao longo da semana, atingindo uma marca negativa de 65 cm no dia 10 de outubro de 2023. Já em Fonte Boa e Itapéua, o rio apresentou pequenas oscilações diárias. Em Manacapuru, também houve uma diminuição na intensidade da descida do rio. As estações de monitoramento ao longo do rio Solimões registram níveis abaixo do que é considerado normal para este período.

Tabatinga – cota atual: -65 cm em 10/10/2023		
Ano	**Cota (cm)**	**Ordem**
2010	-86	1
2023	-65	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

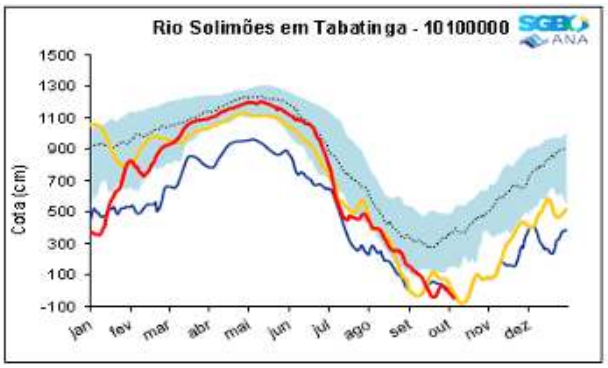

Figura 9. Cotagrama da estação fluviométrica de Tabatinga na bacia do rio Solimões. Fonte dos dados: CPRM.

b) Rio Negro

Nesta semana, o rio Negro em São Gabriel da Cachoeira apresentou descidas regulares, enquanto em Tapuruquara a descida foi menos intensa. Em Barcelos, o rio Negro continuou a diminuir, e em Manaus houve uma redução na recessão diária, com uma média de descida nos últimos dias de cerca de 12 cm. Os níveis registrados ao longo desta bacia fluvial estão abaixo do que é considerado normal para esta época.

Manaus – cota atual: 1417 cm em 10/10/2023		
Ano	**Cota (cm)**	**Ordem**
2010	1363	1
1963	1364	2
2023	1417	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

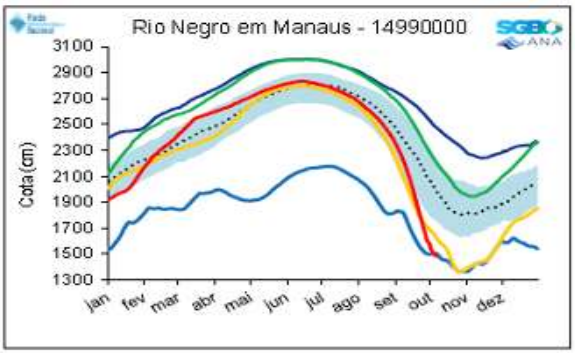

Figura 10. Cotagrama do rio Negro em Manaus. Fonte dos dados: CPRM

c) Rio Purus

O rio Acre em Rio Branco apresentou pequenas oscilações ao longo da semana e uma certa estabilidade nos níveis mais recentes, porém, os valores registrados estão abaixo do que é considerado normal para este período. Em Beruri, o rio Purus teve uma redução menos intensa nesta semana, mas os níveis também estão abaixo da faixa da normalidade para esta época.

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

d) Rio Madeira

O rio Madeira em Humaitá continua a descer, embora com uma intensidade reduzida; no entanto, os níveis estão abaixo do que é considerado normal para este mês.

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

e) Rio Amazonas

Ao longo da semana, o rio Amazonas teve uma média diária de descida de 13 cm em Careiro da Várzea e 14 cm em Itacoatiara. Os níveis registrados nessas estações estão abaixo do que é considerado normal para este período.

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

4.1 Prognóstico hidrológico das principais sub-bacia do Amazonas

Nos rios amazônicos, o escoamento superficial (runoff) desempenha um papel crucial nos níveis de água e nas vazões dos rios. Ele é significativo para elevar ou diminuir os níveis dos rios, especialmente em períodos de chuvas intensas ou secas. Com base nas projeções do modelo climático ECMWF, as tendências do escoamento superficial e da evaporação são exemplificadas nas Figuras 14, 15 e 16, correspondendo aos meses de outubro, novembro e dezembro de 2023. Durante esse período, há uma estimativa de que ocorrerá um déficit significativo no escoamento superficial em grande parte do estado do Amazonas, abrangendo as bacias do Solimões-Amazonas, baixo Madeira, médio e baixo Purus, médio e baixo Negro, bem como as bacias do Juruá e Javari. Essas reduções no escoamento superficial são projetadas para variar, com valores estimados entre 30 a 60 mm/mês abaixo das médias climatológicas. Quanto à evaporação, as projeções do modelo climático ECMWF indicam anomalias positivas, prevendo um aumento de aproximadamente 15 a 30 mm/mês em grande parte do estado do Amazonas.

Com menos água contribuindo para os rios devido à redução do runoff e maior evaporação, os níveis dos rios (cota) podem diminuir. Isso afeta diretamente a quantidade de água disponível nos cursos d'água, podendo influenciar a navegabilidade, o abastecimento de água potável e outras atividades que dependem dos rios.

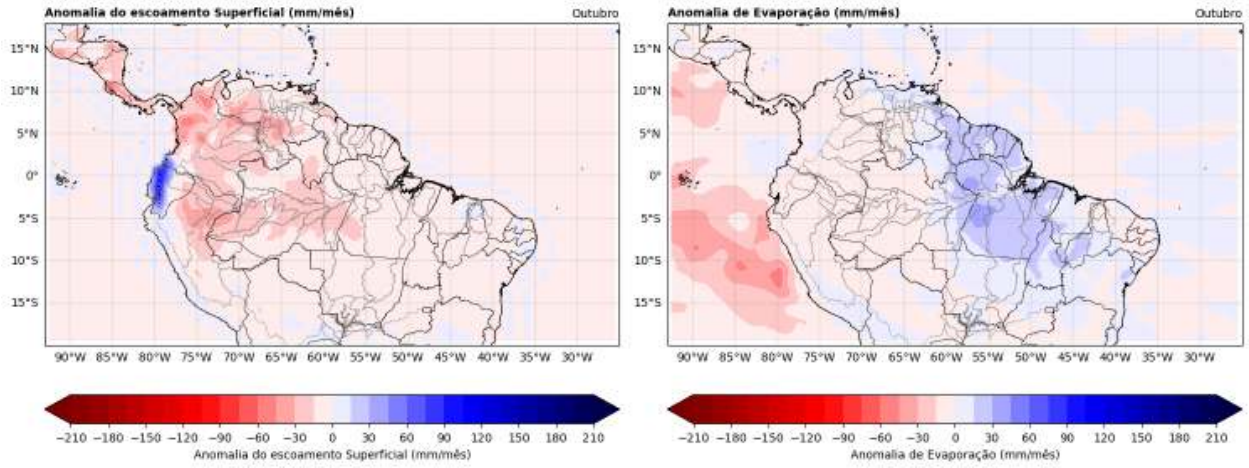

Figura 14. Projeção das Anomalias do Escoamento superficial e da Evaporação do Modelo Climático ECMWF para o mês de outubro de 2023. Fonte dos dados: ECMWF.

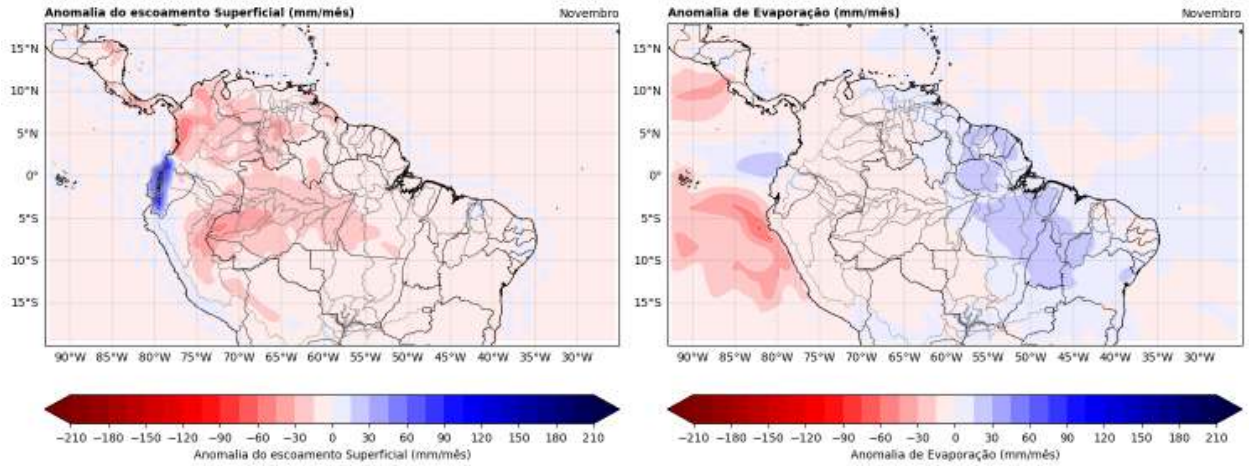

Figura 15. Projeção das Anomalias do Escoamento superficial e da Evaporação do Modelo Climático ECMWF para o mês de novembro de 2023. Fonte dos dados: ECMWF.

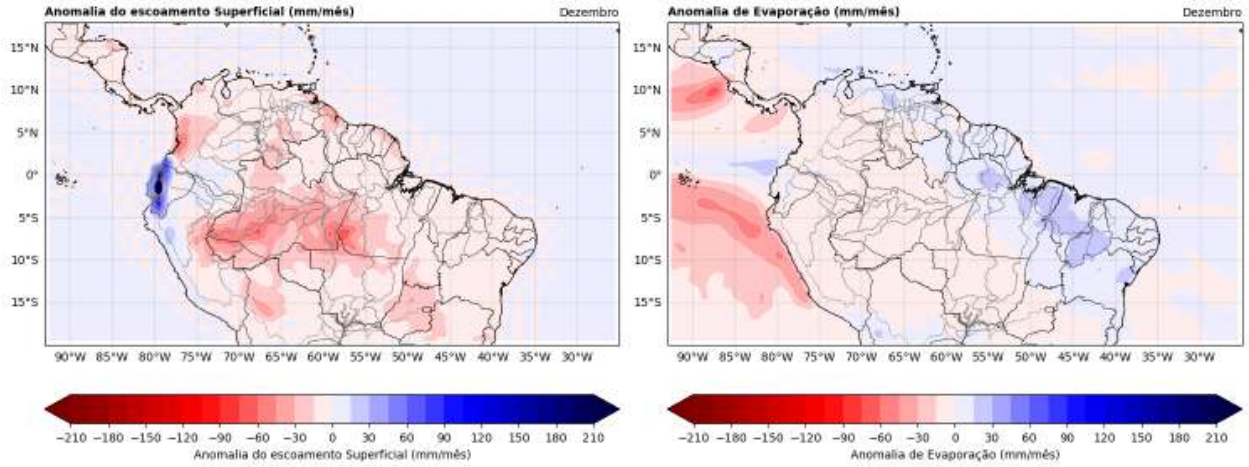

Figura 16. Projeção das Anomalias do Escoamento superficial e da Evaporação do Modelo Climático ECMWF para o mês de dezembro de 2023. Fonte dos dados: ECMWF.

Síntese do prognóstico sazonal hidroclimático

A TSM está acima da média em grande parte do oceano Pacífico, com maiores desvios positivos na porção leste e central. O prognóstico hidroclimático considera o fortalecimento gradual destas anomalias e consequente a permanência do fenômeno El Niño até o final da estação seca e início da estação chuvosa. Além disso, considera o aumento do aquecimento anômalo no Atlântico Norte, estabelecendo um forte gradiente de anomalia de TSM dirigido para o hemisfério Norte, o que pode influenciar a atividade e posicionamento da ZCIT, além de intensificar o ramo subsidente da circulação de Walker sobre o estado do Amazonas, reduzindo a precipitação e atrasando

o início da estação chuvosa. Diante de tais condições, o prognóstico climático para o trimestre de outubro, novembro e dezembro de 2023 são:

a) Chuvas: Abaixo da média em todo o estado do Amazonas;

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

c) Níveis dos rios: déficit hídrico em todas as bacias que abrangem o estado do Amazonas, com previsão de seca anormal;

d) Queimadas: Aumento dos focos de queimadas em áreas de pastagem degradada.