



BOLETIM MENSAL No. 04

- 22 de Dezembro de 2023



PAINEL EL NIÑO

2023-2024



SUMÁRIO EXECUTIVO

Este boletim é o resultado de ação conjunta entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres - CENAD com o objetivo de apresentar o monitoramento e previsões sobre o fenômeno *El Niño* em 2023, bem como informar sobre possíveis impactos.

Desde junho de 2023 as condições de temperatura da superfície do mar observadas mostram um padrão típico do fenômeno *El Niño*. Este padrão se apresenta na forma de uma faixa de águas quentes em grande parte do Pacífico equatorial que próximo a costa da América do Sul são superiores a 3°C. Desde agosto, essa região apresentou sinais de atividade convectiva anômala em associação ao desenvolvimento de nuvens profundas, que são comumente observadas durante episódios do *El Niño*.

Efeito do *El Niño*, que atualmente está classificado como de intensidade forte, tem sido observado nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina com o maior volume de precipitação acumulada. Durante o mês de novembro as anomalias de precipitação foram superiores a 300 mm entre os setores norte do RS e praticamente todo o estado de SC. Por outro lado, na Região Norte foram observados déficits, principalmente, nos setores sul e oeste da Região, o que foi influenciado principalmente pelo aquecimento anormal do Atlântico Tropical norte.

Já nos primeiros dezanove dias do mês de dezembro, as maiores anomalias de precipitação foram registradas no oeste do AM e PA e sudoeste do RS, com valores superiores a 100 mm em alguns pontos. Por outro lado, em praticamente todas as demais regiões do país as anomalias de precipitação apresentaram valores negativos.

Considerando-se a previsão de anomalia de precipitação para o período de 1 mês (de 20 de dezembro a 18 de janeiro de 2024), há indicação de condições mais úmidas do que o normal em grande parte das regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e parte da região sudeste (MG, RJ e ES). Para as demais regiões do país a previsão indica o predomínio de condições mais secas do que o normal.

Em relação à previsão do armazenamento de água no solo para o mês de janeiro de 2024, quando, as chuvas previstas estão acima da média sobre oeste e sul da Região Norte, bem como em áreas da região central do País, serão responsáveis pela manutenção da umidade no solo, com valores maiores que 80% em algumas áreas. Em especial nas Regiões Centro-Oeste e Sudeste, a



previsão indica a recuperação dos níveis de umidade no solo devido ao retorno das chuvas. Os volumes de chuva previstos na Região Sul manterão os níveis de água no solo elevados, mas com menor probabilidade de gerar excedente hídrico em algumas localidades.

Nas demais áreas, há expectativas de recuperação dos níveis de água no solo, devido a previsão do retorno gradual das chuvas em parte das Regiões Nordeste e Norte, elevando os níveis de armazenamento de água no solo. Contudo, os baixos volumes de chuva previstos, nas áreas do Mato Grosso do Sul, norte de Minas Gerais e Espírito Santo, manterão o armazenamento hídrico em níveis mais baixos.

As previsões dos modelos acoplados oceano-atmosfera e dos modelos oceânicos indicam a continuidade da manifestação do fenômeno *El Niño* no Pacífico equatorial, com o pico de intensidade ocorrendo entre os meses de dezembro de 2023 e janeiro de 2024. A maioria das previsões indicam a continuidade do fenômeno, com intensidade forte nos próximos 3 meses e permanência de *El Niño* durante até pelo menos maio de 2024. Assim, durante o próximo trimestre as condições climáticas e meteorológicas no país serão influenciadas por esse fenômeno.

A previsão climática para o Brasil para Janeiro-Fevereiro-Março 2024 indica maior probabilidade de chuva abaixo da faixa normal em parte das regiões Norte e Nordeste do país. Em Roraima, sudoeste do Amazonas, leste do Acre e sobre o sul do Rio Grande do Sul, a previsão indica maior probabilidade de chuva acima da faixa normal. Em parte das Regiões Sul (anomalia positiva), Norte e Nordeste (anomalia negativa), esta previsão reflete as características típicas de *El Niño*. No entanto, o padrão observado de anomalias positivas de temperatura da superfície do mar no Atlântico Tropical Norte juntamente com a condição de *El Niño* de forte intensidade contribuem para a previsão de déficit de precipitação no leste da Amazônia e norte da Região Nordeste (região semiárida). Na faixa central do país, região Sudeste, e centro-sul da região Nordeste, não se descartam episódios de chuva expressiva em algumas localidades em função da manifestação de episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul e de Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis. A previsão de temperatura indica maior probabilidade de valores acima da faixa normal na maior parte do país, com possibilidade de períodos com temperaturas elevadas.

De outubro para novembro, o Monitor de Secas indicou o avanço e o agravamento da condição de seca no Norte e no Nordeste, com destaque para o aumento da área de seca extrema no Estado do Amazonas, e surgimento de áreas de seca grave na Bahia, Alagoas e Sergipe. Pela primeira



vez, o mapa mostra a situação em Roraima, com todo o seu território em situação de seca e uma área significativa com seca grave.

Na Região Sul, os níveis d'água caíram abaixo das cotas de alerta e inundação ao longo do mês de dezembro, registrando-se inundação em apenas uma estação no rio Uruguai e remanescendo a situação de alerta na estação de Alegrete no rio Ibirapuitã. Em Santa Catarina os rios Chapecó e Itajaí-Açu registraram situações de alerta e atenção, respectivamente.

Na Região Norte, as vazões apresentaram elevação nos rios tributários do rio Amazonas, atenuando ou eliminando impactos sobre navegação nos rios Purus, Juruá, Madeira, Solimões e Negro. As vazões naturais no rio Madeira em Porto Velho em dezembro, ainda que abaixo da média, apresentaram significativo aumento e estão em patamares consideravelmente acima dos observados em novembro. Em 30 de novembro, perdeu a vigência a declaração da ANA de situação crítica de escassez hídrica do rio Madeira, e em dezembro a usina hidrelétrica de Santo Antônio voltou a operar dentro dos limites da outorga. As restrições de navegação no rio Madeira também foram revogadas pela Marinha do Brasil em dezembro, tendo em vista a elevação de níveis d'água. As vazões naturais nas usinas hidrelétricas Serra da Mesa e Tucuruí estão 78% e 73% abaixo da média para o mês, respectivamente. O armazenamento nos reservatórios do SIN reduziu de 60,9% para 56,9% e os principais reservatórios da Região Nordeste também perderam armazenamento, atingindo volume equivalente de 41,9%.



INTRODUÇÃO

Este boletim é o resultado de ação conjunta entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres - CENAD com o objetivo de apresentar o monitoramento e previsões sobre o fenômeno *El Niño* em 2023, bem como informar sobre possíveis impactos.

O INPE é responsável pelo desenvolvimento e distribuição de modelos numéricos em diferentes escalas espaciais e temporais, além de produtos de satélites meteorológicos. Esses produtos de previsão de tempo, clima e qualidade do ar são atualizados diariamente e divulgados publicamente, com o objetivo mais específico de apoiar os órgãos federais e estaduais responsáveis pela elaboração de previsões meteorológicas e ações de preparação para desastres.

O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), órgão do Ministério da Agricultura e Pecuária, é responsável pelo monitoramento e previsão do tempo e do clima e pela emissão de avisos meteorológicos especiais em todo o Brasil desde 1909, quando foi fundado. O portal do INMET na Internet é atualizado todos os dias com a previsão do tempo diária. Além disso, o INMET faz parte do Grupo de Resposta a Desastres (GRD) do Governo Federal, que está em contato direto com o CENAD.

A ANA é a entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, responsável pela gestão e regulação do uso das águas de domínio da União. Entre as suas atribuições, cabe à ANA: planejar e promover ações destinadas a prevenir ou minimizar os efeitos de secas e inundações, no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, em articulação com o órgão central do Sistema Nacional de Defesa Civil, em apoio aos Estados e Municípios. A Agência também é responsável por coordenar a rede hidrometeorológica nacional, formada por redes de monitoramento de entidades públicas ou privadas. Grande parte da rede de estações de monitoramento de chuvas e vazões de rios é operada pelo Serviço Geológico do Brasil - SGB.

Em relação ao Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres - CENAD, departamento da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, destaca-se as ações de preparação e resposta a desastre, tendo a competência de coordenar a atuação articulada entre os órgãos do Sistema Federal de Proteção e Defesa Civil nestas fases. Especificamente em relação ao tema deste documento, acompanhamento e previsão dos impactos do fenômeno *El Niño*, cabe ao CENAD disseminar as informações geradas pelos órgãos parceiros junto ao Sistema de Defesa Civil, bem como orientar e planejar ações de planejamento, preparação e resposta para desastres.

SUMÁRIO

1. CONDIÇÕES OBSERVADAS

1.1 Precipitação acumulada

1.2 Índice Padronizado de Precipitação - SPI

1.3 Situação do fenômeno El Niño no oceano Pacífico equatorial

1.4 Condições atmosféricas e oceânicas sub-superficiais no Pacífico Equatorial

2. PREVISÃO SUBSAZONAL

2.1 Previsão de Armazenamento de Água no Solo

3. PREVISÃO SAZONAL

4. RECURSOS HÍDRICOS

4.1 Monitor de Secas

4.2 Situação dos Reservatórios

4.3 Situação dos Rios - Secas e Cheias

4.4 Salas de Crise

5. AÇÕES PARA GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES

1. CONDIÇÕES OBSERVADAS

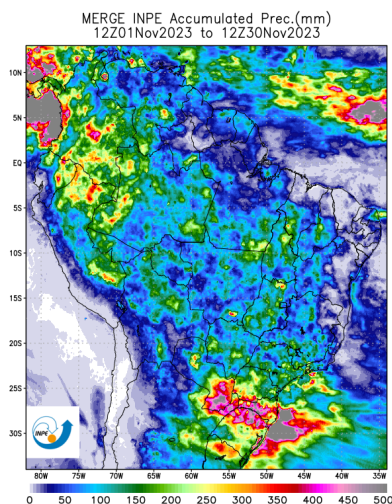
1.1 Precipitação acumulada

Os campos de precipitação observados foram extraídos do conjunto de dados do produto MERGE. Este produto combina os dados observados coletados das estações meteorológicas com as estimativas de precipitação derivadas de satélite (SPEs). Este produto operacional diário é gerado com uma resolução espacial de 10 km e cobre toda a área da América do Sul e oceanos adjacentes. O histórico de dados iniciou-se em 2000 até o momento atual.

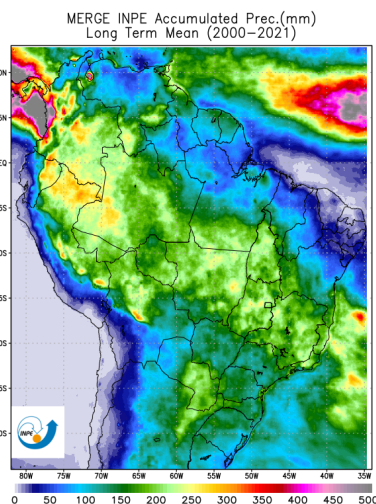
A precipitação acumulada registrada no mês de novembro de 2023 é apresentada na Figura 1.1.1. Durante este período, os maiores valores de precipitação foram registrados entre o norte do RS, SC e sul do PR, onde a precipitação foi próxima de 500 mm em alguns pontos (Figura 1.1.1a). De acordo com a média histórica, a precipitação acumulada nestes setores varia em torno de 150 mm (Figura 1.1.1b). No mês de novembro, a precipitação acumulada está acima da média em todos estes setores citados, bem como no sul de SP e leste do RN. Nos demais estados do país há um déficit de precipitação, com volumes superiores a 200 mm abaixo da média histórica em algumas localidades das Regiões Norte, Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste (Figura 1.1.1c).

Já nos primeiros dezenove dias do mês de dezembro, os maiores valores acumulados de precipitação estiveram presentes no oeste do AM e PA e sudoeste do RS, com valores superiores a 250 mm em alguns pontos (Figura 1.1.2a). De acordo com a média histórica, a precipitação acumulada no oeste do AM varia em torno de 200 mm, no oeste do PA em torno de 150 mm e no RS varia entre 50 e 100 mm (Figura 1.1.2b). Neste período (01 a 19 de dezembro), as anomalias de precipitação apresentaram valores positivos em parte do RS, AM e PA e em praticamente todas as demais regiões do país as anomalias de precipitação apresentaram valores negativos (Figura 1.1.2c).

a)



b)



c)

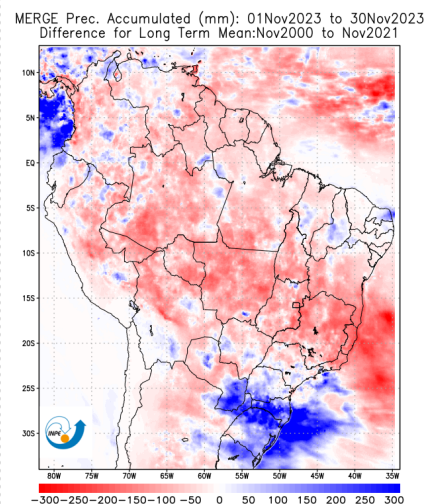
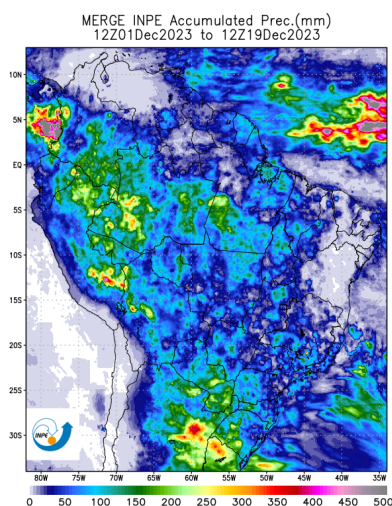
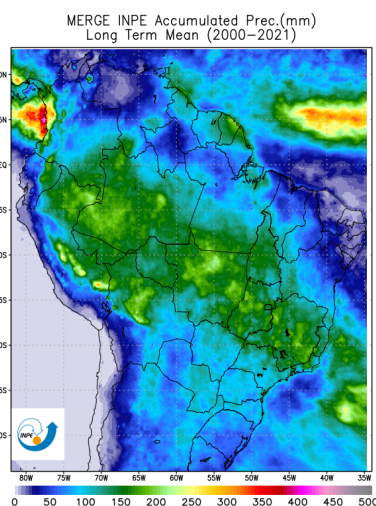


Figura 1.1.1: a) Acumulado de precipitação obtido pelo MERGE (um produto que combina dados de estações de superfície e estimativas por satélites) entre 1 e 30 de novembro de 2023; b) Média de Longo Termo (MLT) acumulado de precipitação em novembro (entre 1 e 30 de novembro) entre 2000 e 2021; c) Diferença no acumulado de precipitação entre 1 e 30 de novembro de 2023 vs. média de longo termo da precipitação (MLT).

a)



b)



c)

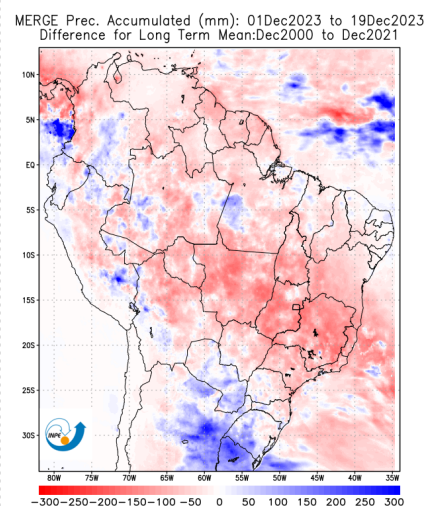


Figura 1.1.2: a) Acumulado de precipitação obtido pelo MERGE (um produto que combina dados de estações de superfície e estimativas por satélites) entre 1 e 19 de dezembro de 2023; b) Média de Longo Termo (MLT) acumulado de precipitação em dezembro (entre 1 e 19 dezembro) entre 2000 e 2021; c) Diferença no acumulado de precipitação entre 1 e 19 de dezembro de 2023 vs. média de longo termo da precipitação (MLT).

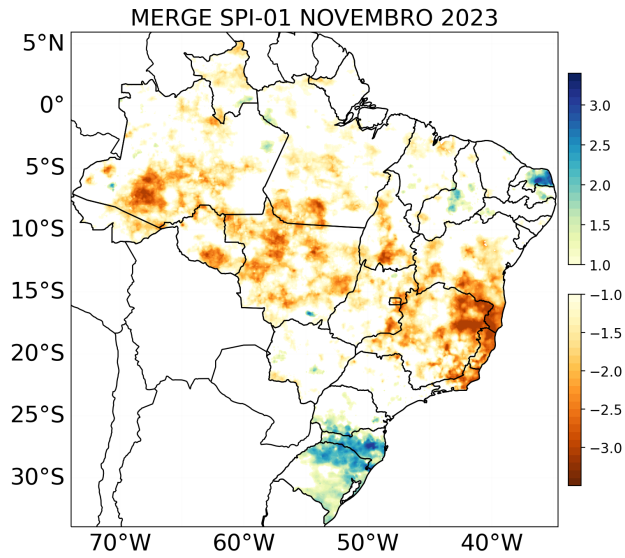
1.2 Índice Padronizado de Precipitação - SPI

O Índice de Precipitação Padronizado (SPI) baseia-se nas probabilidades da precipitação exceder um determinado valor. A climatologia mensal ou o valor médio do mês é calculado com base na precipitação acumulada (período de calibração); além disso, essas informações acumuladas sobre a climatologia mensal podem ser verificadas em diferentes escalas de tempo (1, 3, 6, "n" meses). O SPI foi calculado e extraído do MERGE, e a média de longo termo (MLT) de 21 anos de dados foi usada para o cálculo. As áreas verdes (vermelhas) nas imagens abaixo indicam as condições de excesso (déficit) de chuva em relação aos últimos 3, 6, 9, 12, 24, 48 e 60 meses.

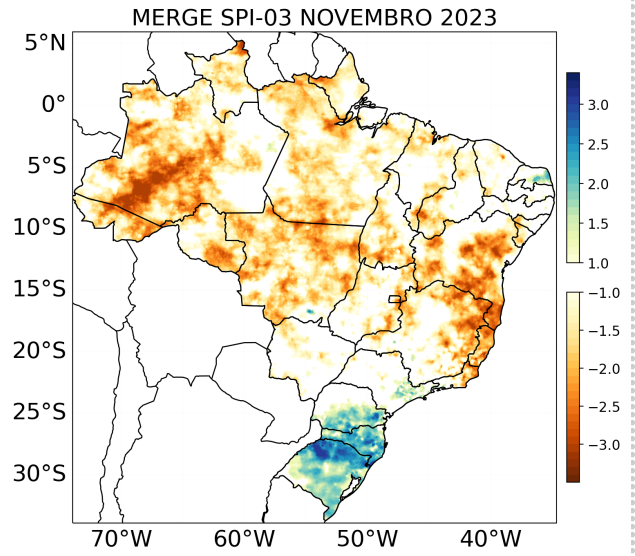
No SPI-01 (ver Figura 1.2.1a), que se baseia na análise dos dados de precipitação do mês de novembro, nota-se situações críticas de seca (indicadas em tons avermelhados) em MG, RJ, ES, BA, TO, MT e no sul de RO, PA e AM. Por outro lado, observa-se características úmidas (tons azulados) para este mês desde o norte do RS, SC e sul do PR e no leste do RN.

Quando expande-se a análise para o SPI-03 (ver Figura 1.2.1b), que considera a precipitação trimestral (setembro, outubro e novembro) e o SPI-06 (últimos 6 meses) (ver Figura 1.2.1c) identifica-se um aumento na intensidade das secas nos setores mais a oeste da Região Norte e também em parte da Região Nordeste, na BA, principalmente. Já ao avaliar os SPI-09 (últimos 9 meses), SPI-12 e SPI-24 (ver Figuras 1.2.1d, 1.2.1e e 1.2.1f), percebe-se, de forma geral, uma diminuição dessas áreas de seca mencionadas no SPI-03 e SPI-06. Já nas regiões mais úmidas é verificada uma tendência em direção à normalidade, principalmente no SPI-12 e SPI-24. Quando estende-se a análise para um período de longo prazo, representado pelos SPI-48 e SPI-60 (ver Figuras 1.2.1g e 1.2.1h), ainda observa-se de forma mais evidente a predominância de um regime de secas, com intensidades ainda mais acentuadas e espalhadas entre o centro-oeste do Brasil. Esses resultados destacam a importância de monitorar e entender as tendências climáticas de longo prazo, especialmente em áreas suscetíveis a secas, para o desenvolvimento de estratégias de adaptação e mitigação

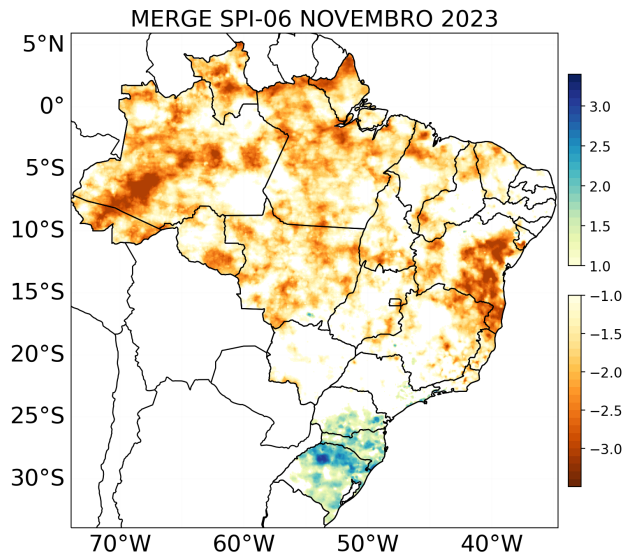
a)



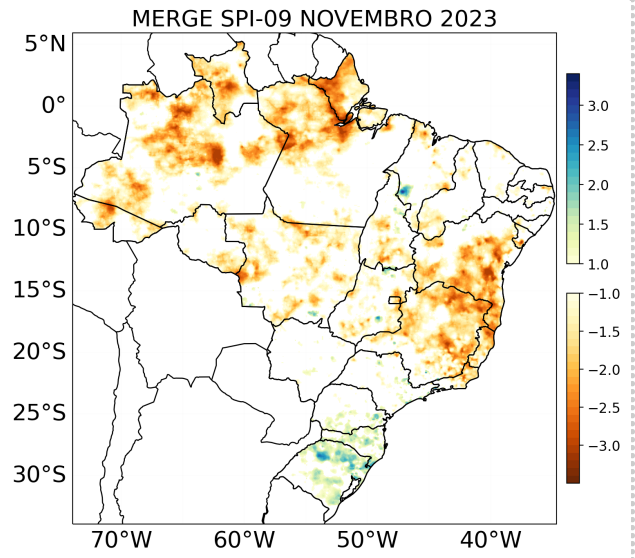
b)



c)



d)





1.3 Situação do fenômeno *El Niño* no oceano Pacífico equatorial

Condições características do fenômeno *El Niño* continuam a ser observadas no oceano Pacífico equatorial. Esse fenômeno, cuja principal assinatura é o aquecimento anômalo da temperatura da superfície do mar na região do oceano Pacífico equatorial, começou a apresentar seus primeiros sinais de possível manifestação no mês de fevereiro, quando surgiram anomalias positivas de temperatura das águas na região do Pacífico equatorial próximas a costa oeste da América do Sul. Nos meses seguintes (entre março e maio), esse aquecimento próximo a costa sul-americana se intensificou, e houve a expansão para oeste da área de aquecimento anômalo em direção a porção central do Pacífico equatorial, de modo que desde junho as condições de temperatura da superfície do mar observadas mostram um padrão típico do fenômeno *El Niño*, sendo o atual padrão observado ilustrado na Figura 1.3.1. Este padrão se apresenta na forma de uma faixa de águas quentes em grande parte do Pacífico equatorial desde a porção central até a costa da América do Sul com anomalias superiores a 1.0°C. Próximo a costa da América do Sul as anomalias de temperatura da superfície do mar são superiores a 3°C, enquanto na porção central e leste do Pacífico equatorial as anomalias são superiores a 1.5°C, surgindo também anomalias dessa mesma magnitude no Pacífico oeste.

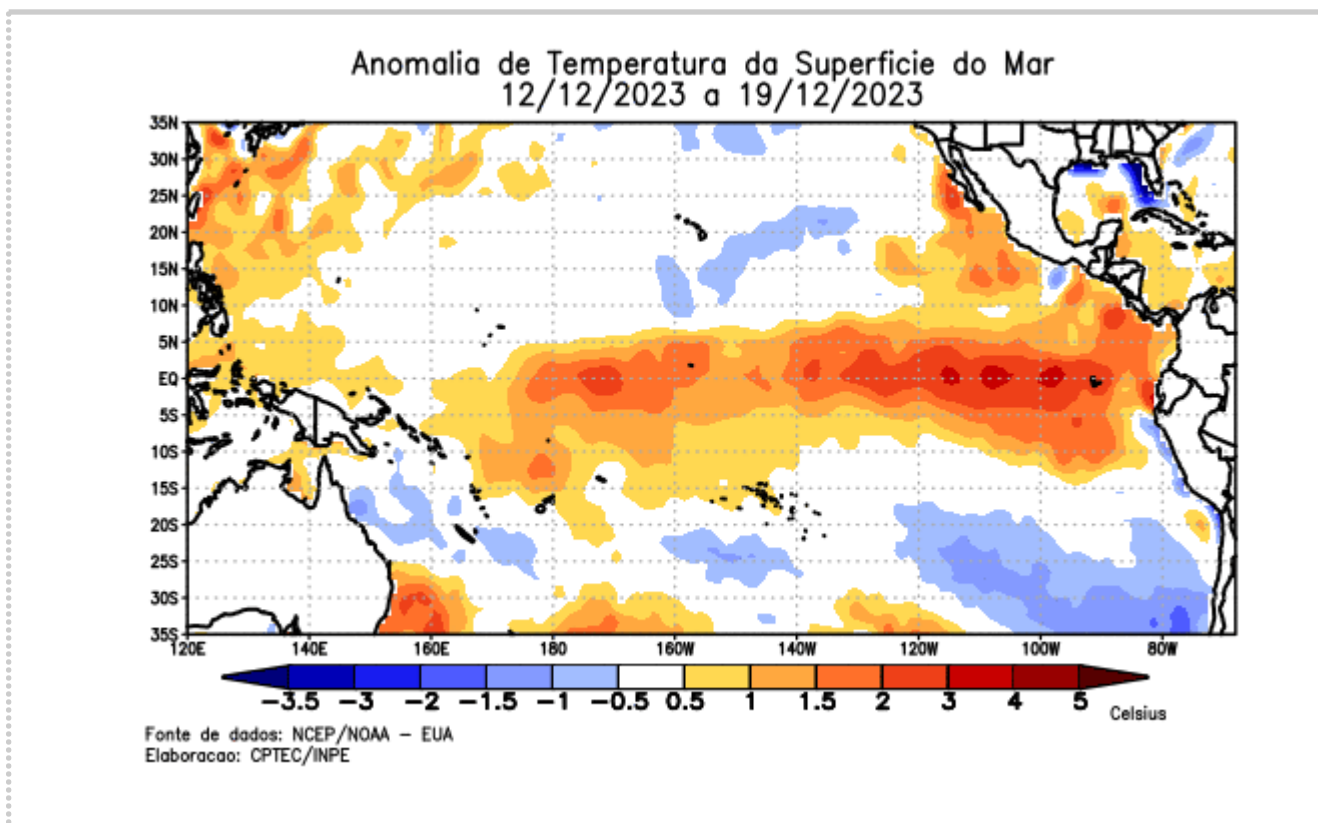


Figura 1.3.1: Anomalia da temperatura da superfície do mar na região do Pacífico durante o período de 12 a 19 de dezembro de 2023.

1.4 Condições atmosféricas e oceânicas sub-superficiais no Pacífico equatorial

A Figura 1.4.1 mostra que em novembro de 2023 o Índice de Oscilação Sul, que mede a variação de pressão atmosférica entre Tahiti (na Polinésia Francesa) e Darwin (no norte da Austrália), apresentou valor $-0,8$. Este valor negativo indica que as condições de pressão atmosférica na região do Pacífico central se mostraram mais baixas do que o normal, e na região do norte da Austrália mais altas do que o normal, caracterizando condições atmosféricas típicas do fenômeno *El Niño*. Desde agosto, a região do Pacífico equatorial, que vem apresentando anomalias positivas de temperatura da superfície do mar, apresentou sinais de atividade convectiva anômala em associação ao desenvolvimento de nuvens profundas, que são comumente observadas durante episódios *El Niño*.

Abaixo da superfície do oceano na região do Pacífico equatorial, até a profundidade de 300 metros, são observadas desde março anomalias positivas da temperatura das águas sub-superficiais. Atualmente essas anomalias são superiores a 1°C em uma ampla faixa desde o Pacífico central até as proximidades da costa oeste da América do Sul. Essas águas se propagam de leste para oeste através de ondas oceânicas sub-superficiais, que fornecem energia para a continuidade da manifestação do fenômeno *El Niño*. Todas essas características atmosféricas e oceânicas são consistentes com as atuais condições do fenômeno *El Niño* observadas no Pacífico equatorial. Após a observação de 5 períodos com as médias de 3 meses das anomalias da temperatura da superfície do mar na porção central do Pacífico equatorial com valores superiores a $0,5^{\circ}\text{C}$, fato este ocorrido em outubro de 2023, o atual episódio do fenômeno foi classificado e incluído nos registros históricos como um evento *El Niño*.

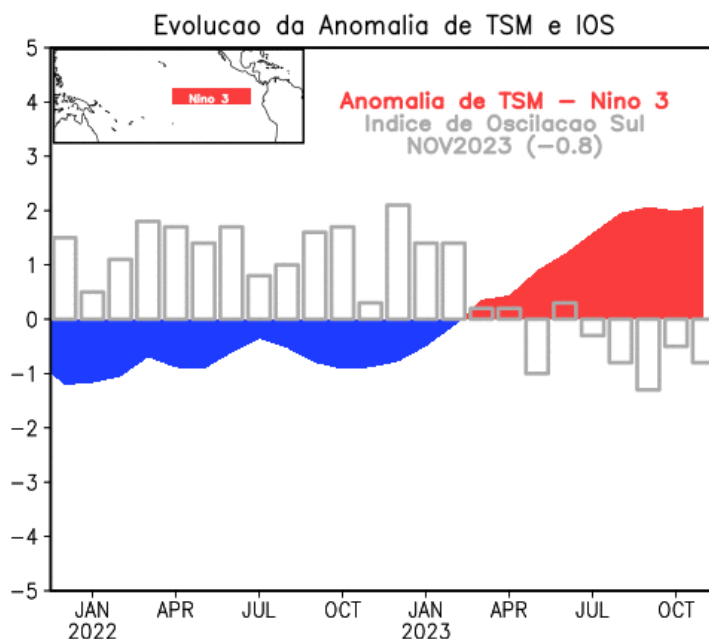


Figura 1.4.1: Anomalia da temperatura da superfície do mar (série temporal em cores em °C) na região do oceano Pacífico centro-leste (região Niño-3 ilustrada pelo retângulo vermelho no mapa no canto superior esquerdo), e Índice de Oscilação Sul dado pela diferença entre as anomalias padronizadas de pressão ao nível médio do mar em Tahiti na Polinésia Francesa, e Darwin, no norte da Austrália (barras em cinza).

2. PREVISÃO SUBSAZONAL

A Figura 2.1 mostra a previsão de anomalia de precipitação para o período de 1 mês (de 20 de dezembro a 18 de janeiro de 2024) produzida no dia 20 de dezembro de 2023 com o modelo global atmosférico do CPTEC/INPE (BAM-1.2). Condições mais úmidas do que o normal são previstas sobre grande parte das Regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e parte da Região Sudeste (MG, RJ e ES) do país. Para as demais regiões do país a previsão indica o predomínio de condições mais secas do que o normal.

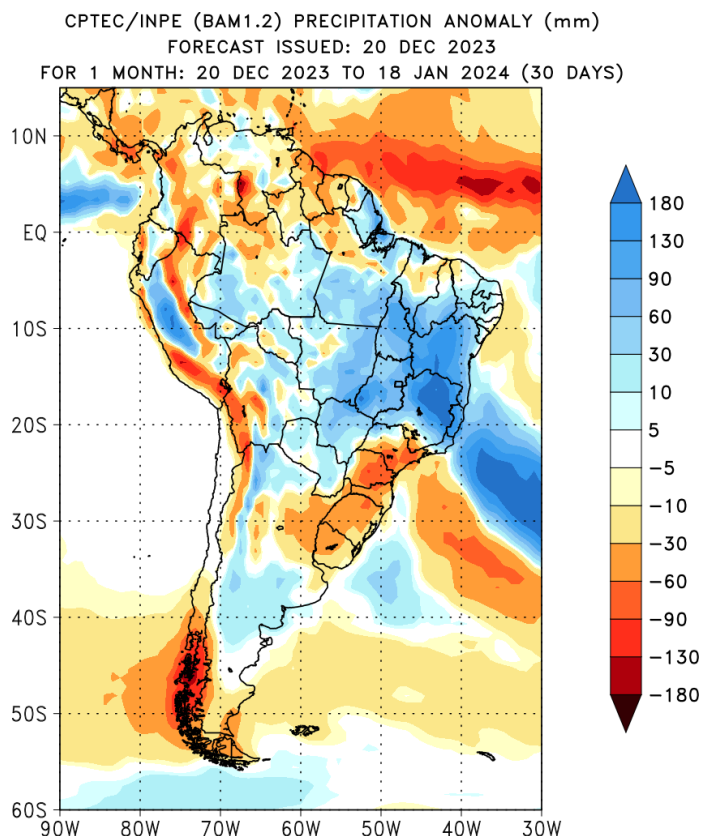


Figura 2.1: Previsão de anomalia de precipitação para o período de 1 mês (de 20 de dezembro de 2023 a 18 de janeiro de 2024) produzida no dia 20 de dezembro de 2023 com o modelo global atmosférico do CPTEC/INPE (BAM-1.2).

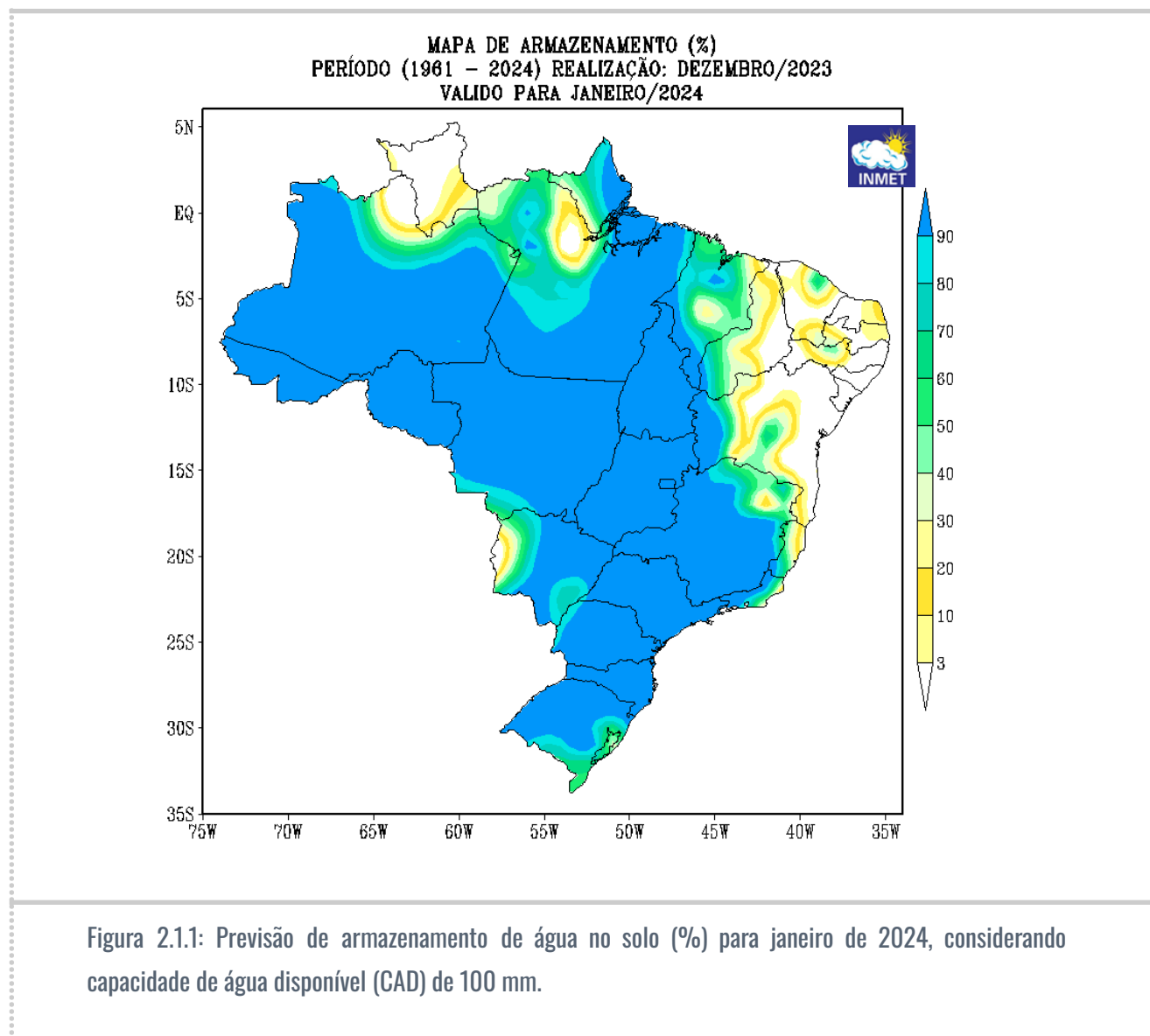
2.1 Previsão de Armazenamento de Água no Solo

O Balanço Hídrico previsto contabiliza a entrada de água no solo (precipitação prevista) e a demanda de água para a atmosfera (ETP calculada com a temperatura média do ar prevista), de acordo com o nível máximo de armazenamento ou capacidade de água disponível no solo (CAD). Este método fornece estimativas da evapotranspiração real (ETR), da deficiência hídrica (DEF), do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água no solo (ARM).

Na Figura 2.1.1, a previsão do armazenamento de água no solo para o mês de janeiro de 2024, quando, as chuvas previstas estão acima da média sobre oeste e sul da Região Norte, bem como em áreas da região central do País, serão responsáveis pela manutenção da umidade no solo, com valores maiores que 80% em algumas áreas. Em especial nas Regiões Centro-Oeste e Sudeste, a previsão indica a recuperação dos níveis de umidade no

solo devido ao retorno das chuvas. Os volumes de chuva previstos na Região Sul manterão os níveis de água no solo elevados, mas com menor probabilidade de gerar excedente hídrico em algumas localidades.

Já na Região Nordeste e parte da Região Norte, os níveis de água no solo irão se recuperar com possível retorno das chuvas, principalmente no oeste da Bahia, sul do Piauí e Maranhão, além do Pará, Amapá e nordeste do Amazonas. Em áreas do Mato Grosso do Sul, norte de Minas Gerais e Espírito Santo, a irregularidade espacial das chuvas ainda manterá o armazenamento hídrico em níveis mais baixos.



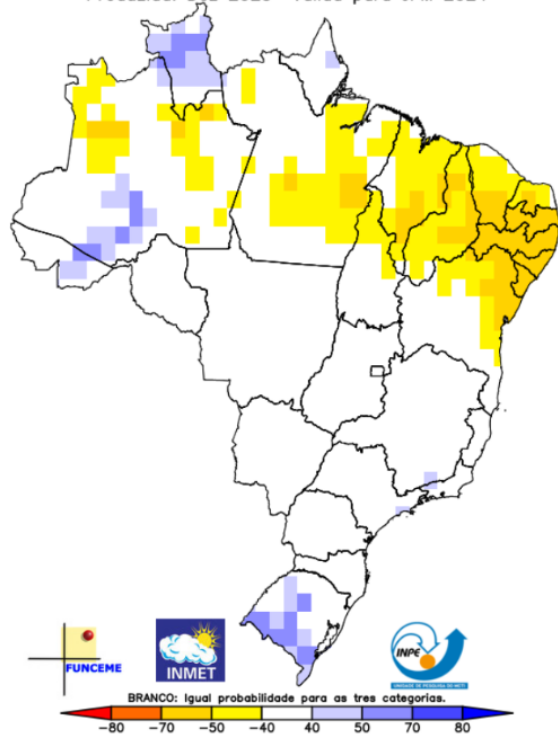
3. PREVISÃO SAZONAL

As previsões de temperatura da superfície do mar para a região do Pacífico equatorial produzidas por modelos climáticos globais indicam uma alta probabilidade (100%) de que condições de *El Niño* continuem a se manifestar nos próximos meses (Janeiro-Fevereiro-Março 2024), condições estas previstas a persistir até pelo menos maio de 2024. A maioria dos modelos climáticos sugerem a continuidade de manifestação do fenômeno *El Niño* com intensidade forte (com anomalias de temperatura da superfície do mar na região do Pacífico central superiores a 1.5°C).

O fenômeno *El Niño* altera os padrões de circulação atmosférica (ventos), transporte de umidade, temperatura e chuvas, em particular em regiões tropicais. Típicos impactos do fenômeno *El Niño* no Brasil incluem aumento da probabilidade de ocorrência de déficit de chuvas e aumento das temperaturas em parte das Regiões Norte e Nordeste, e aumento da probabilidade de excesso de chuvas em partes da Região Sul. No entanto, nem todo evento *El Niño* gera impactos típicos, podendo ser observados impactos distintos de acordo com a configuração e intensidade do fenômeno.

A previsão climática para o Brasil para Janeiro-Fevereiro-Março 2024 (Figura 3.1) indica maior probabilidade de chuva abaixo da faixa normal em parte das regiões Norte e Nordeste do país. Em Roraima, sudoeste do Amazonas, leste do Acre e sobre o sul do Rio Grande do Sul, a previsão indica maior probabilidade de chuva acima da faixa normal. Em parte das Regiões Sul (anomalia positiva de precipitação), Norte e Nordeste (anomalia negativa de precipitação), esta previsão reflete as características típicas de *El Niño*. No entanto, o padrão observado de anomalias positivas de temperatura da superfície do mar no Atlântico Tropical Norte juntamente com a condição de *El Niño* de forte intensidade contribuem para a previsão de déficit de precipitação no leste da Amazônia e norte da Região Nordeste (região semiárida). Na faixa central do país, região Sudeste, e centro-sul da região Nordeste, não se descartam episódios de chuva expressiva em algumas localidades durante esse trimestre citado em função da manifestação de episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul e de Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis. A previsão de temperatura indica maior probabilidade de valores acima da faixa normal na maior parte do país, com possibilidade de períodos com temperaturas elevadas.

Multi-modelo CPTEC/INMET/FUNCEME
 Probab. tercil mais provavel: Precip. (%)
 Produzida: Dez 2023 Valida para JFM 2024



Multi-modelo CPTEC/INMET/FUNCEME
 Probab. tercil mais provavel: Temp. 2m (%)
 Produzida: Dez 2023 Valida para JFM 2024

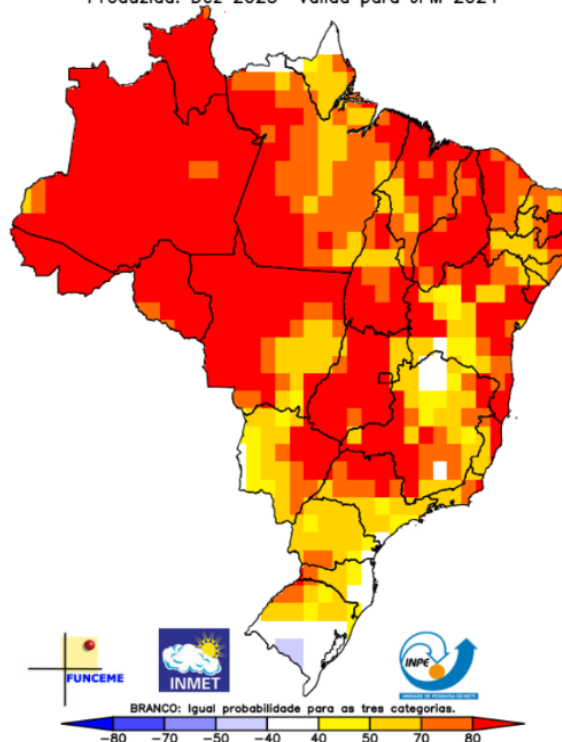


Figura 3.1: Previsão Climática sazonal por tercil (categorias abaixo da faixa normal, dentro da faixa normal e acima da faixa normal) para o trimestre Janeiro-Fevereiro-Março de 2024, gerada pelo conjunto de modelos CPTEC/INPE, INMET e FUNCEME. As áreas em branco indicam igual probabilidade para as três categorias.

4. RECURSOS HÍDRICOS

O *El Niño* está associado à ocorrência de chuvas e vazões abaixo da média nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil e à ocorrência de chuvas e vazões acima da média no sul do Brasil. Com isso, os usos múltiplos da água podem ser impactados de maneira diferente em cada região, em função dos efeitos sobre o armazenamento de reservatórios e níveis d'água de rios, e sobre a ocorrência e intensidade de inundações.

Na Região Norte, no mês de dezembro, os tributários da margem direita do rio Amazonas deveriam estar no período de recuperação gradual de níveis d'água e vazões. Com a redução do volume de



chuvas, o processo de recuperação está atrasado, mas já houve elevação de vazões nos rios Purus, Solimões e Madeira, atenuando os impactos sobre a navegação (afetando o transporte de pessoas e mercadorias entre comunidades da região), e possíveis efeitos sobre captações de água e geração de energia em aproveitamentos hidrelétricos, persistindo vazões baixas e impactos potenciais nos rios Tapajós, Xingu e Tocantins.

Na Região Nordeste, o mês de dezembro é normalmente ainda considerado como período seco, sem ocorrência significativa de chuvas, e com vazões nos rios perenizados mantidas por defluência de açudes. Nesse período, os reservatórios são gradualmente deplecionados em decorrência das perdas por evaporação, retiradas de água e defluências para abastecimento dos diversos usos da água, e reservatórios de menor porte podem atingir situações críticas. Assim, não são esperados, ainda, impactos significativos do El Niño. Entretanto, com o menor volume de chuvas esperado para o próximo período chuvoso (janeiro a julho de 2024), a recarga hídrica pode não ser suficiente para elevar o armazenamento dos reservatórios a níveis adequados ao atendimento dos usos múltiplos da água.

4.1 Monitor de Secas

O Monitor de Secas é um processo de acompanhamento regular e periódico da situação da seca no País, cujos resultados consolidados são divulgados por meio do Mapa do Monitor de Secas. Iniciado pela Região Nordeste em 2014, o Programa passou a ser expandido para as demais regiões do País em 2018, quando foram inseridos os estados de MG e ES. Desde então, ele vem abrangendo os estados das demais regiões, sendo a Norte a última a ser incorporada.

Mensalmente, informações sobre a situação de secas referente ao mês anterior são disponibilizadas, com indicadores que refletem o curto prazo (últimos 3, 4 e 6 meses) e o longo prazo (últimos 12, 18 e 24 meses), indicando a evolução da seca na região. Participam dos processos de elaboração dos mapas do Monitor de Secas cerca de 60 instituições, com papéis distintos envolvendo provimento de informações, autoria de mapas, observação de impactos e validação. Os estados de RR e AP passarão a compor o Monitor de Secas a partir de dezembro de 2023 e janeiro de 2024, respectivamente.

Como mostra a Figura 4.1.1, de outubro para novembro, o Monitor de Secas indicou o agravamento e a ampliação de áreas com seca em todos os estados da Região Norte, com destaque para o aumento de áreas com

seca extrema no AM. Na Região Nordeste, também aumentaram as áreas com seca moderada, com agravamento de seca fraca para moderada em diversos Estados, e surgimento de áreas de seca grave na Bahia, Alagoas e Sergipe.

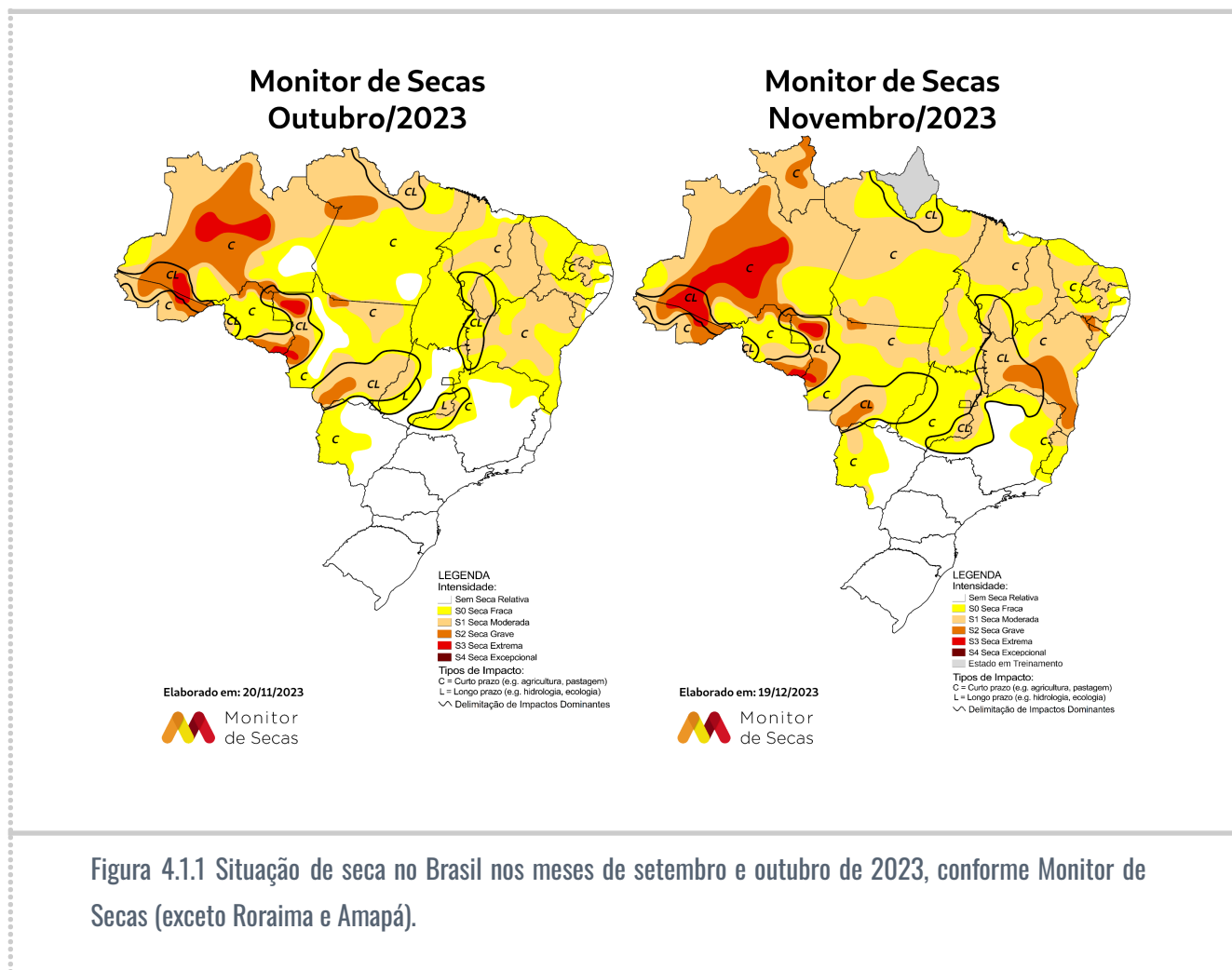


Figura 4.1.1 Situação de seca no Brasil nos meses de setembro e outubro de 2023, conforme Monitor de Secas (exceto Roraima e Amapá).

4.2 Situação dos Reservatórios

A situação de armazenamento de água nos reservatórios do Sistema Interligado Nacional - SIN e de reservatórios para abastecimento de água é monitorada por meio do Sistema de Acompanhamento de Reservatórios - SAR (www.ana.gov.br/sar), a partir de dados encaminhados à ANA pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS, órgãos gestores estaduais de recursos hídricos e de estações fluviométricas da rede hidrometeorológica nacional sob responsabilidade da Agência.

Em 18/12/2023, o volume equivalente nos reservatórios do SIN atingiu 69,9% de seu volume útil, armazenamento consideravelmente maior que os verificados nos últimos 13 anos. Na Região Sul, os reservatórios das hidrelétricas do SIN integram o Subsistema Sul, formado pelos empreendimentos das bacias dos rios Iguaçu, Uruguai, Jacuí, Itajaí, Capivari e da hidrelétrica de Mauá, localizada no rio Tibaji, afluente do Paranapanema. A maioria desses reservatórios opera a fio d'água, ou seja, por não terem armazenamento capaz de regularizar as vazões do rio, defluem vazões da mesma ordem de grandeza das afluições que recebem..

Os reservatórios do Subsistema Sul com capacidade de regularização representam 7% da Energia de Armazenamento – EAR do SIN. Dos reservatórios do subsistema Sul, somente Salto Santiago, no rio Iguaçu, e Passo Real, no rio Jacuí, alocam volumes de espera para controle de cheias. Em razão do aumento das vazões do rio Jacuí em novembro, o reservatório de Passo Real ocupou, de 17 a 24 de novembro de 2023, parte do volume de espera para controle de cheia. Com a recessão das afluições do rio Jacuí em dezembro, o reservatório vem sendo operado com defluências da mesma ordem de grandeza das afluições e sem ocupar o volume de espera.

As bacias hidrográficas que integram a Região Sul apresentam em dezembro vazões acima da média para o período. A Figura 4.2.1 a seguir apresenta a situação de armazenamento dos reservatórios de regularização do Subsistema Sul para 18/12/2023.

Armazenamento dos Reservatórios do Subsistema Sul em 19/11/2023

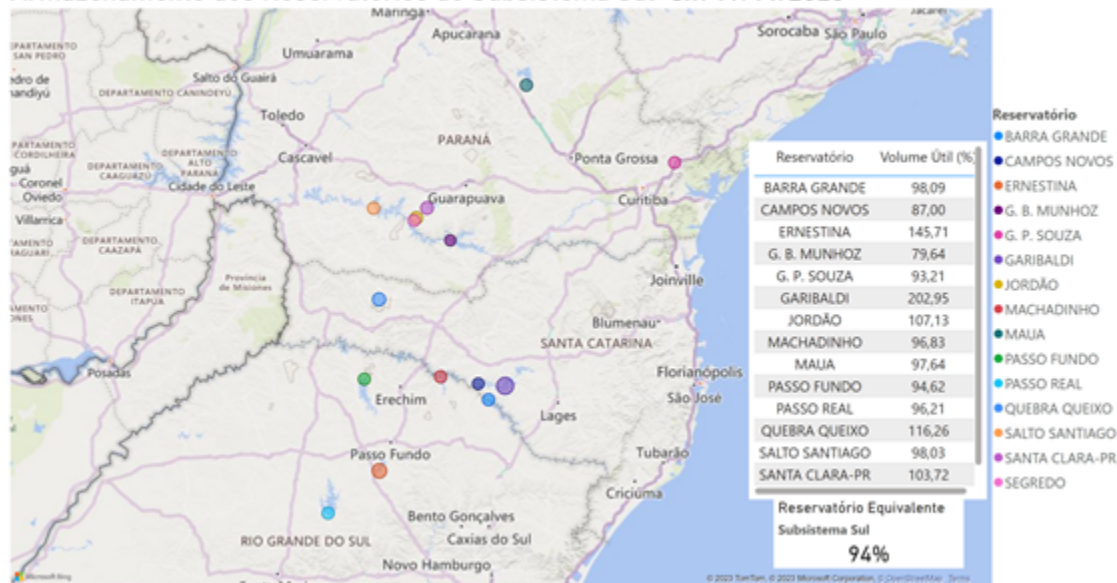


Figura 4.2.1: Situação dos reservatórios do SIN na Região Sul.

Na Região Norte, as vazões afluentes aos reservatórios das hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio, no rio Madeira, apresentaram em dezembro uma melhora significativa em comparação à situação



de novembro, mas permanecem baixas para o período. Em dezembro, até 18/12/2023, as vazões naturais em Jirau e Santo Antônio estão em 75% e 76%, respectivamente, da vazão média de longo termo – MLT do mês, situação mais confortável do que a observada em novembro, quando estavam em torno de 47%.

Na bacia do rio Tocantins, os reservatórios das usinas hidrelétricas de Serra da Mesa e Tucuruí armazenam 64,6% e 18,4% de seus volumes úteis, e com vazões naturais em dezembro que correspondem a 22% e 27% da MLT do mês, respectivamente, situação semelhante a outubro, quando estavam em 17% e 43% da MLT (considerando todo o mês). No rio Xingú, as vazões que chegam ao aproveitamento hidrelétrico de Belo Monte continuam em recessão, significativamente abaixo da MLT do mês de dezembro.

No rio São Francisco, os reservatórios de Três Marias e Sobradinho operam na Faixa de Operação Atenção. Com isso, em dezembro, a defluência máxima média mensal de Três Marias deve ser de 400 m³/s e a de Xingó, de 1350 m³/s. Além disso, as defluências de Sobradinho e Xingó devem observar o limite mínimo diário de 800 m³/s. Os reservatórios de Três Marias e Sobradinho armazenavam, em 18/12/2023, 49,1% e 51,7% de seus volumes úteis, respectivamente. Em dezembro de 2023, até o dia 18, as vazões naturais de Três Marias e Sobradinho estão em 22% e 15% da MLT do mês, respectivamente, abaixo dos valores observados em novembro, 38% e 44%, respectivamente.

O SAR acompanha a situação de 537 reservatórios nos nove estados da Região Nordeste e em Minas Gerais com capacidade total próxima a 40 bilhões de m³. A Figura 4.2.2 apresenta a situação do armazenamento equivalente dos reservatórios da Região Nordeste.



Figura 4.2.2: Situação do armazenamento equivalente dos reservatórios do Nordeste.

A ANA regula 57 sistemas hídricos locais compostos por reservatórios e trechos de rio perenizados, por meio de marcos regulatórios e processos de alocação de água que são baseados em estados hidrológicos, definidos em função do nível de armazenamento dos reservatórios. O estado hidrológico vermelho corresponde à situação mais crítica, com restrições mais severas aos usos da água. O estado hidrológico amarelo corresponde a situações intermediárias, que podem envolver algumas restrições ao uso da água. O estado hidrológico verde corresponde à situação mais favorável, sem restrições ao uso da água. Atualmente, 12 sistemas apresentam estado hidrológico vermelho (5 deles com alguma restrição operativa) e 12 apresentam estado hidrológico amarelo.

A Tabela 4.2.1 apresenta a situação de armazenamento de alguns dos principais reservatórios na Região Nordeste. Observa-se que permanece a situação mais crítica de alguns sistemas que não tiveram recarga hídrica significativa no último período chuvoso ou que são de menor porte, como Jucazinho, Barra do Joá, Entremontes e Salgueiro, em Pernambuco; Santa Inês e Sumé na Paraíba; Cruzeta, Itans, Gargalheiras, Carnaúba e Bonito II no Rio Grande do Norte; e Andorinha II na Bahia.

Tabela 4.2.1 - Situação do armazenamento nos principais reservatórios da Região Nordeste.

Reservatório	Estado	Armazenamento (% da capacidade)	Data
Castanhão	CE	<u>24,2%</u>	<u>18/12/2023</u>
Epitácio Pessoa	PB	<u>37,6%</u>	<u>19/12/2023</u>
Armando Ribeiro	RN	<u>54,7%</u>	<u>19/12/2023</u>
Curema/Mãe D'Água	PB	<u>42,7%</u>	<u>19/12/2023</u>
Jucazinho	PE	<u>9,9%</u>	<u>19/12/2023</u>
Cocorobó	BA	28,2%	<u>11/12/2023</u>
<u>São José do Jacuípe</u>	<u>BA</u>	<u>12,2%</u>	<u>19/12/2023</u>

4.3 Situação dos Rios - Secas e Cheias

A ocorrência de secas e cheias é monitorada em tempo real por meio de estações fluviométricas telemétricas que compõem a rede hidrometeorológica nacional. Essas estações monitoram continuamente os níveis d'água de rios e transmitem os dados via satélite a cada 1 hora para o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - SNIRH, que podem ser consultados no site www.snirh.gov.br/hidrotelemetria. Em estações fluviométricas estratégicas, foram definidos níveis d'água de referência para indicar situações de seca e cheia, a partir da série histórica de dados observados.

A seca é caracterizada pelo nível d'água com 90% de permanência, denominado cota de atenção para seca. A inundação é caracterizada a partir de níveis d'água de referência dos cursos d'água, assim definidos: cota de atenção, cota de alerta e cota de inundação. As cotas de atenção e alerta indicam possibilidade moderada e elevada de ocorrência de inundação, e correspondem aos níveis d'água com 10% e 5% de permanência, respectivamente. A cota de inundação corresponde ao nível d'água a partir do qual são observados os primeiros danos no município, e é determinada a partir de levantamentos topográficos realizados em campo.



Para avaliação de possíveis impactos do El Niño sobre as vazões observadas, foram estudadas 93 estações fluviométricas representativas dos principais rios brasileiros ou que compõem sistemas de alerta mantidos pelo SGB. Na Figura 4.3.1, são apresentadas as ocorrências de seca ou cheia observadas nos principais rios brasileiros, caracterizadas quando os níveis d'água atingiram cotas de referência para seca, atenção, alerta ou inundação, nos últimos 30 dias.

Na Região Sul, houve uma redução dos níveis d'água e vazões nas estações analisadas em dezembro. Em Santa Catarina, não houve situação de inundação, porém os rios Chapecó e Itajaí-Açu registraram situações de alerta e atenção, respectivamente. No Rio Grande do Sul, a situação de inundação foi registrada em uma estação no rio Uruguai, e situações de atenção foram observadas em 5 estações nas bacias do rio Uruguai e dos rios Quaraí e Caí, remanescendo a situação de alerta na estação de Alegrete no rio Ibirapuitã.

Na Região Norte, observa-se um aumento gradual de níveis d'água e vazões observadas nas estações na parte mais a oeste da bacia amazônica, passando da situação de estiagem para normal. Já na calha principal do Rio Amazonas, a situação é ainda de estiagem, embora os níveis d'água estejam subindo gradualmente. Com isso, em dezembro, as cotas de restrição à navegação foram superadas nos rios Madeira e Solimões. Na margem direita do rio Amazonas, os rios Tapajós, Xingu e Tocantins continuam em situação de seca, com pequenas oscilações e estabilização, porém sem chuvas consistentes e recuperação dos rios de maior porte.

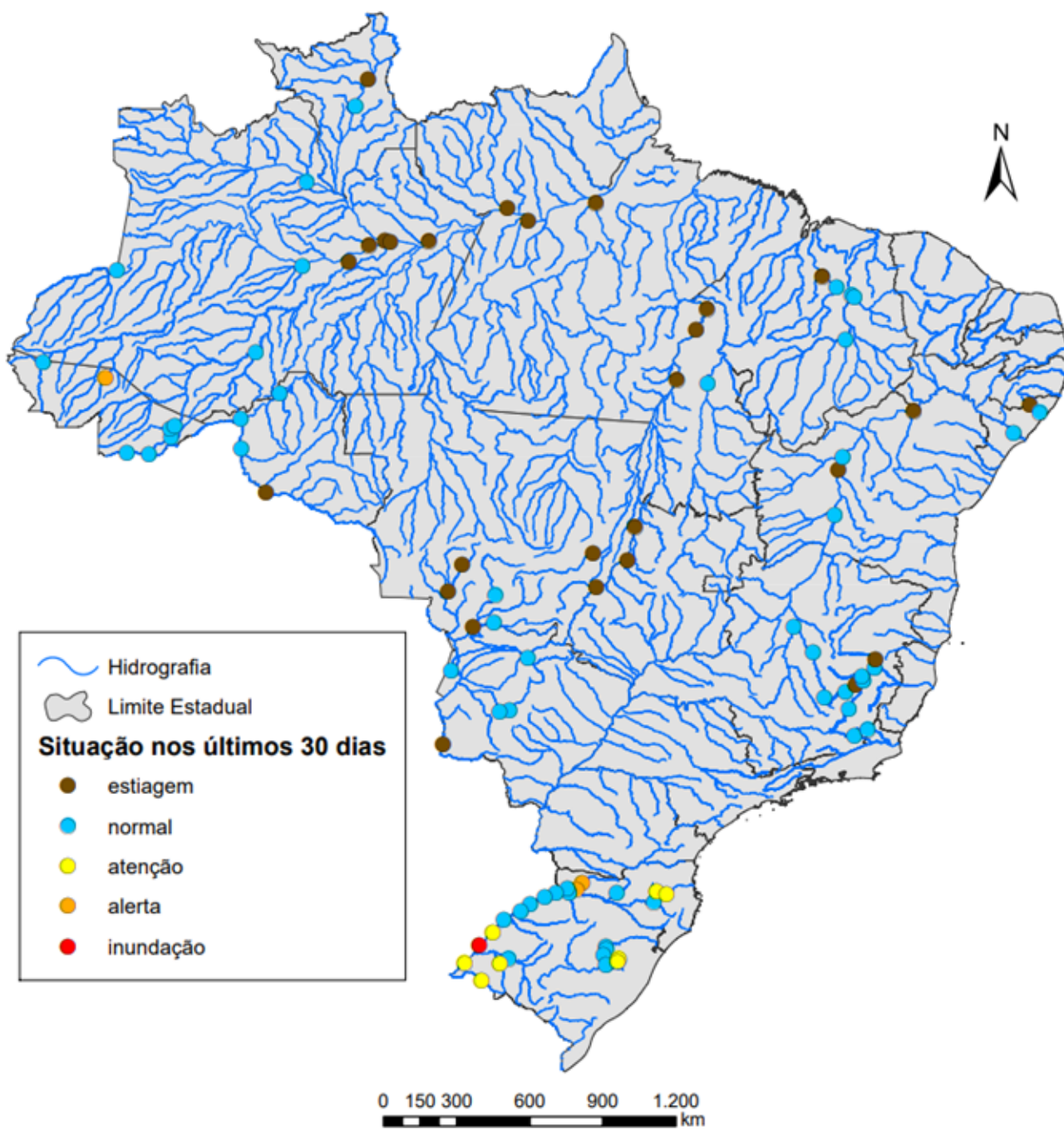


Figura 4.3.1: Situação dos principais rios brasileiros quanto à ocorrência de seca ou cheia observadas nos últimos 30 dias em 93 estações fluviométricas selecionadas.



Declaração de Escassez Hídrica no Rio Madeira

Considerando as ações previstas no contexto do Plano de Contingência elaborado pela ANA para a prevenção dos efeitos do El Niño na Região Norte e as perspectivas futuras, a ANA, por intermédio da Resolução nº 164, de 9 de outubro de 2023, declarou situação de escassez quantitativa dos recursos hídricos no rio Madeira, conforme previsão da Lei nº 9984, de 2000, como uma medida de mitigação dos impactos da seca sobre os usos dos recursos hídricos nesse rio, com vigência até 30 de novembro de 2023.

Além disso, foi instituído pela Portaria nº 515, de 6 de outubro de 2023, o Grupo Técnico de Acompanhamento do Plano de Contingência - GTA Amazonas, composto pelos órgãos gestores estaduais de recursos hídricos da região Norte, com o objetivo de acompanhar a situação hidrometeorológica da bacia do rio Amazonas, identificar impactos da seca sobre usos da água, propor e discutir medidas de prevenção e mitigação desses impactos, e acompanhar a implementação dessas medidas. Em 18 de outubro e 28 de novembro de 2023, foram coordenadas pela ANA, reuniões do GTA Amazonas.

Na última reunião do GTA Amazonas foram relatados impactos da seca pelos órgãos estaduais de recursos hídricos. No Estado do Amazonas, 62 municípios estava em situação de emergência, com impactos sobre a ictiofauna com mortalidade de botos e peixes-boi; ações de entrega de suprimentos sendo feitas por aeronaves, pela BR319 e barcos de pequeno porte; sem racionamento de água nas principais cidades. No Estado do Acre, os maiores impactos têm sido nos rios Purus e Juruá; embora o rio Acre não tivesse respondido às chuvas até então, não havia racionamento em Rio Branco em razão da captação com bombas flutuantes; havia restrição de cargas no transporte fluvial, mas sem interrupção da navegação; havia dois municípios sendo atendidos por carros-pipa. No Estado de Rondônia, a preocupação maior é com o cenário hidrológico para 2024, uma vez que todos os municípios ao longo do rio Madeira podem ser acessados por terra; Porto Velho havia decretado situação de emergência, tendo em vista os impactos em comunidades ribeirinhas, que têm sido abastecidas com água mineral, embora não houvesse racionamento de água na cidade. Em 15 de dezembro, o Governo de Rondônia decretou situação de emergência em todo o Estado, em razão da situação de seca, conforme Decreto 28647, instalando um comitê de crise.

O rio Madeira é afluente do rio Amazonas pela margem direita e drena área de 1.420.000 km², sendo que 43% dessa área está em território nacional e 57% em território do Peru (7,6%) e Bolívia (49,4%). O período chuvoso na área da bacia se estende normalmente de novembro a abril, e o período seco de maio a outubro, sendo outubro um mês de transição.

A Figura 4.3.2 apresenta os totais de chuva mensais na bacia do rio Madeira desde fevereiro de 2022, obtidos a partir do produto MERGE/GPM do INPE, em comparação com a média climatológica no período de 2000 a 2021. Observa-se que as precipitações verificadas ficaram abaixo da média dessa bacia, especialmente em outubro e novembro, quando esperava-se o início do período chuvoso na região. Esse déficit acumulado de precipitação refletiu nas baixas vazões observadas no rio Madeira até o fim do mês de novembro.

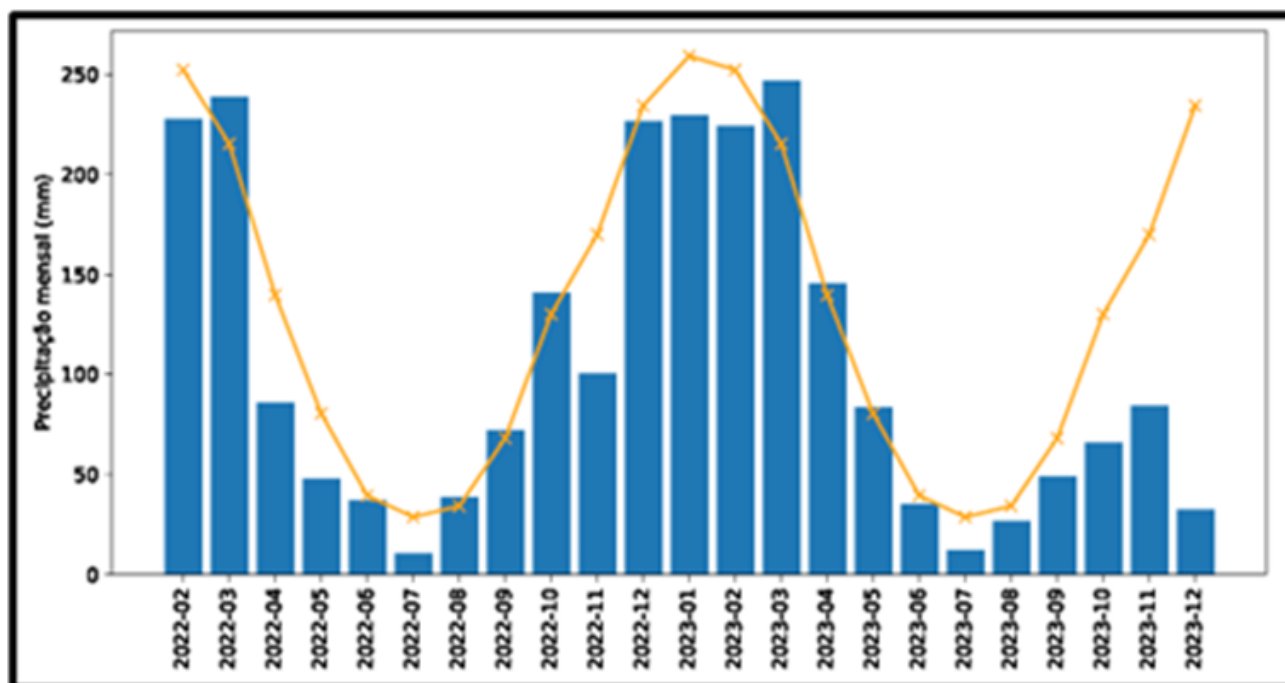


Figura 4.3.2: Precipitações mensais (barras) e média de longo termo (linha) na bacia do rio Madeira desde fevereiro de 2022 (Fonte: MERGE/INPE)

No rio Madeira estão instaladas duas usinas hidrelétricas integrantes do Sistema Interligado Nacional – SIN que, em conjunto, têm potência instalada de 7.318,3 MW. Considerando o período em que os empreendimentos estão em operação, desde 2012 para Santo Antônio, e desde 2013 para Jirau, foram observadas as menores vazões naturais na primeira quinzena de outubro de 2023 para esse período. Ampliando o horizonte temporal, tem-se que outubro de 2023 fechou com a menor vazão mensal desde 1963, Tabela 4.3.2.

Tabela 4.3.2 – Vazões naturais mensais ao reservatório da UHE Santo Antônio.

Mês	Máxima Mensal	Média Mensal	Q90%	Q95%	Mínima Mensal	2022	2023
janeiro	31.334	24.344	19.056	18.047	13.618	19.772	17.568
fevereiro	45.403	31.018	25.300	24.260	22.442	25.137	25.536
março	54.435	35.894	29.327	28.125	25.575	27.307	28.600
abril	48.199	34.499	27.178	25.502	24.079	26.981	33.530
maio	39.476	26.477	19.548	17.399	13.772	17.306	24.462
junho	29.849	18.476	12.604	12.211	7.075	12.558	16.472
julho	21.144	11.564	7.629	6.559	4.862	6.204	9.379
agosto	13.126	6.889	4.725	4.189	3.732	5.582	5.882
setembro	12.608	5.233	3.664	3.458	2.788	3.900	3.449
outubro	15.455	6.145	4.226	3.788	3.313	5.141	3.263
novembro	18.416	9.867	5.848	5.507	4.591	6.764	4.673

Novembro de 2023 iniciou-se com vazões inferiores às mínimas diárias do histórico para o período. A partir de 5 de novembro, entretanto, observou-se uma elevação das vazões acima dos patamares observados em outubro, mas que se mantiveram boa parte do mês próximas à mínima mensal. No fim de novembro, as vazões, que iniciaram o mês na ordem de 4.500 m³/s, eram superiores a 7.500 m³/s, valores consideravelmente superiores àqueles observados no início de outubro, quando foi emitida a declaração de escassez hídrica para o rio Madeira. (Figuras 4.3.3 e 4.3.4).

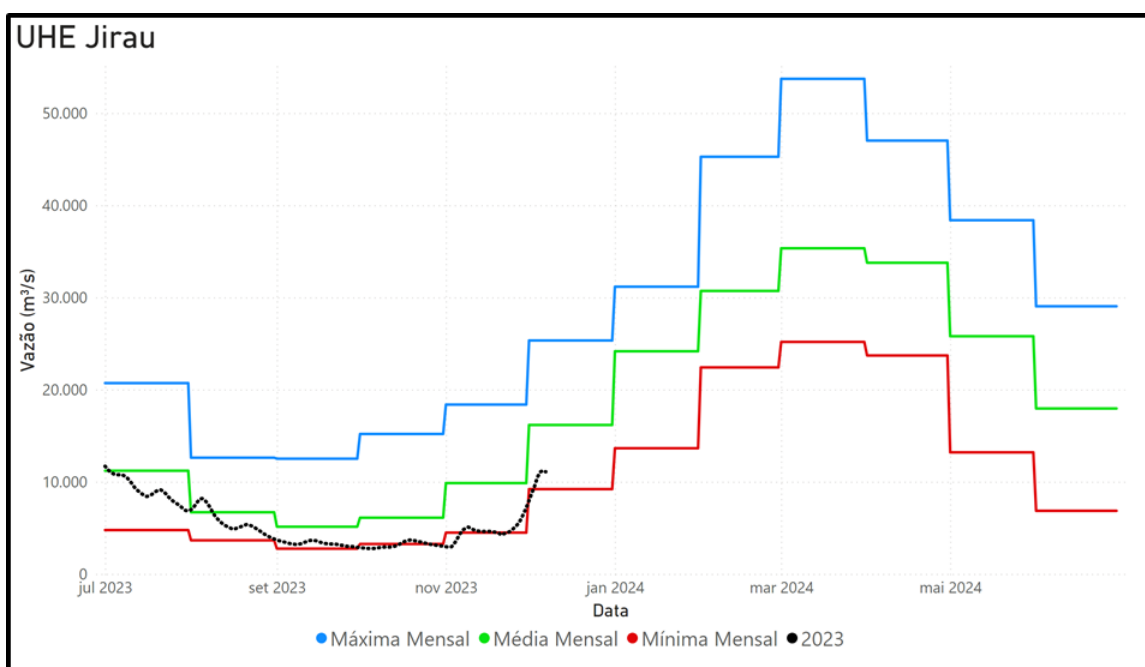


Figura 4.3.3: Vazões Naturais Médias Mensais – UHE Jirau.

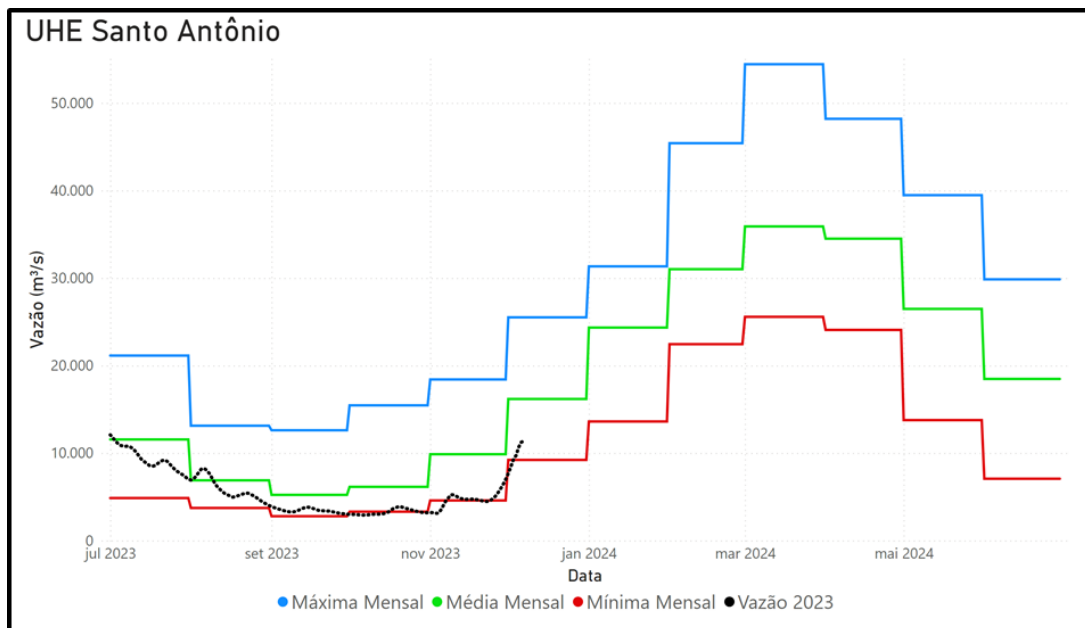


Figura 4.3.4: Vazões Naturais Médias Mensais – UHE Santo Antônio.

Com o aumento das vazões e fim da vigência da declaração de escassez hídrica do rio Madeira, em dezembro de 2023 iniciou-se processo gradual de elevação dos níveis operacionais dos reservatórios das UHEs Jirau e Santo Antônio, com destaque para esta última que recebeu, no fim de setembro de 2023, autorização excepcional e temporária da ANA para operar abaixo de seu nível mínimo operacional até o nível d'água 70,00 m (Figura 4.3.5). Em 5 de dezembro de 2023, o reservatório da UHE Santo Antônio voltou a operar dentro dos níveis operacionais estabelecidos na outorga de direito de uso de recursos hídricos do empreendimento.

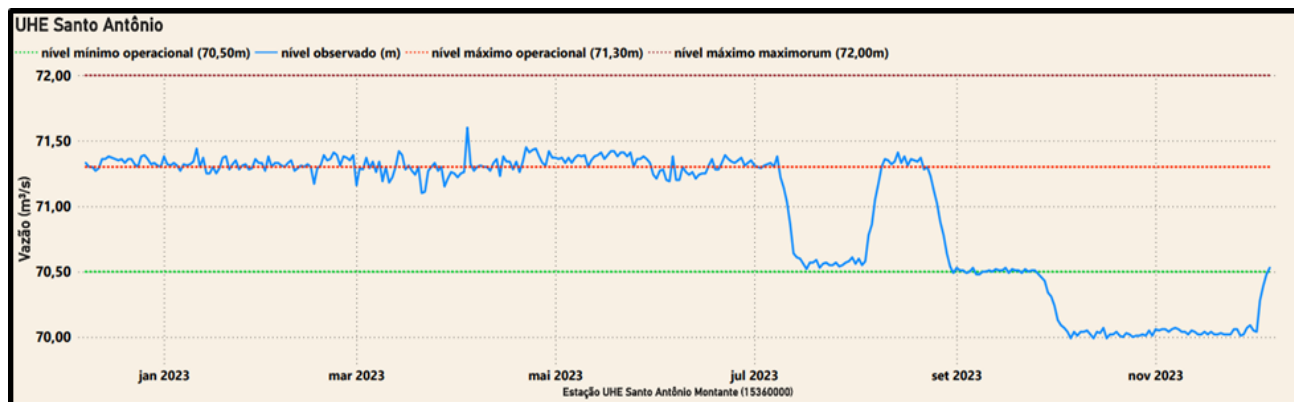


Figura 4.3.5. Retorno do reservatório da UHE Santo Antônio aos níveis normais operativos.



No início de dezembro de 2023, as vazões atingiram valores superiores a 10.000 m³/s, o que permitiu que o rio Madeira em Porto Velho superasse o nível de 4,00 metros, considerado pela Marinha do Brasil como calado seguro para navegação sem restrições. Em função disso, em 5 de dezembro de 2023, a Marinha do Brasil emitiu Portaria que revogou a restrição de navegação noturna para comboios e demais embarcações que vigorava desde 3 de agosto de 2023.

Ainda que baixas, quando comparadas à média histórica, as vazões do rio Madeira em dezembro de 2023 estão em patamares substancialmente superiores às observadas quando da emissão da Declaração de Escassez Hídrica, em outubro de 2023. Conforme relatado, a atual situação hidrológica do rio Madeira traz normalidade para a continuidade do atendimento dos usos múltiplos da água, com destaque para os usos referentes à geração hidrelétrica e a navegação que foram impactados em razão dos baixos níveis d'água que vinham sendo observados.

4.4 Salas de Crise

Em função das incertezas decorrentes do *El Niño*, a ANA preparou um plano de contingência com possíveis ações a serem implementadas à medida que impactos sejam observados. As primeiras medidas previstas neste plano de contingência são a instalação das salas de crise das Regiões Norte e Nordeste, e a continuidade da sala de crise da Região Sul. As salas de crise das Regiões Norte e Nordeste já tiveram 7 e 6 reuniões respectivamente, enquanto a sala de crise da Região Sul, com foco no *El Niño*, teve 6 reuniões, sendo duas extraordinárias.

A tabela abaixo apresenta a agenda de reuniões das Salas de Crise das Regiões Sul, Norte e Nordeste até o fim do ano.

Tabela 4.4.1. Reuniões previstas das salas de crise das regiões Sul, Norte e Nordeste.

Região Sul	Região Norte	Região Nordeste
24/01/2024	12/01/2024	25/01/2024
21/02/2024		22/02/2024

5. AÇÕES PARA A GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES

Diante das informações detalhadas nos capítulos anteriores, que tratam do impacto e da previsão para os próximos meses, o CENAD vem atuando, em parceria com órgãos do Sistema Federal de Proteção e Defesa Civil, em ações de preparação e resposta para riscos de desastres.

Neste contexto, se destaca:

Seca/estiagem na Região Norte:

Chuvvas bastante abaixo da normalidade, com impacto significativo na vazante de diversas bacias hidrológicas, gerando o isolamento ou desabastecimento de diversos municípios e comunidades. Neste contexto, 138 municípios já encontram-se em situação de emergência reconhecida por esta Secretaria na região, conforme detalhamento abaixo.

UF	Municípios reconhecidos
PA	34
AP	19
AM	62
AC	23
TOTAL	138

Em se tratando de ações de assistência humanitária para os municípios em situação de emergência apresentados acima, foram liberados por esta Secretaria cerca de 108 milhões de reais para metas de alimentação, água potável e apoio logístico de entrega.

Visando a coordenação na fase de resposta entre as diversas agências federais que atuam na temática, o CENAD vem organizando reuniões entre os órgãos, além de agendas temáticas que ocorrem sob demanda.

Como trata-se de um desastre com múltiplos impactos, trabalha-se com os seguintes eixos temáticos:

- Governança e comunicação
- Logística
- Assistência humanitária
- Incêndios florestais
- Infraestrutura
- Monitoramento e alerta



- População tradicional
- Saúde

Com o início da quadra chuvosa na região Sudeste e estado da Bahia, além da possibilidade de novos episódios de chuvas intensas na região Sul, o Centro permanece em monitoramento 24 horas por dia, em articulação com instituições parceiras de monitoramento e alerta. Nesta lógica, sempre que vislumbrada situação crítica, que possa trazer impactos à população, convoca-se reuniões com órgãos do Sistema Federal, além de órgãos estaduais de proteção e defesa civil. Estas agendas tem por objetivo nivelar as informações e prognósticos, além de pactuar ações de preparação e planejamento.