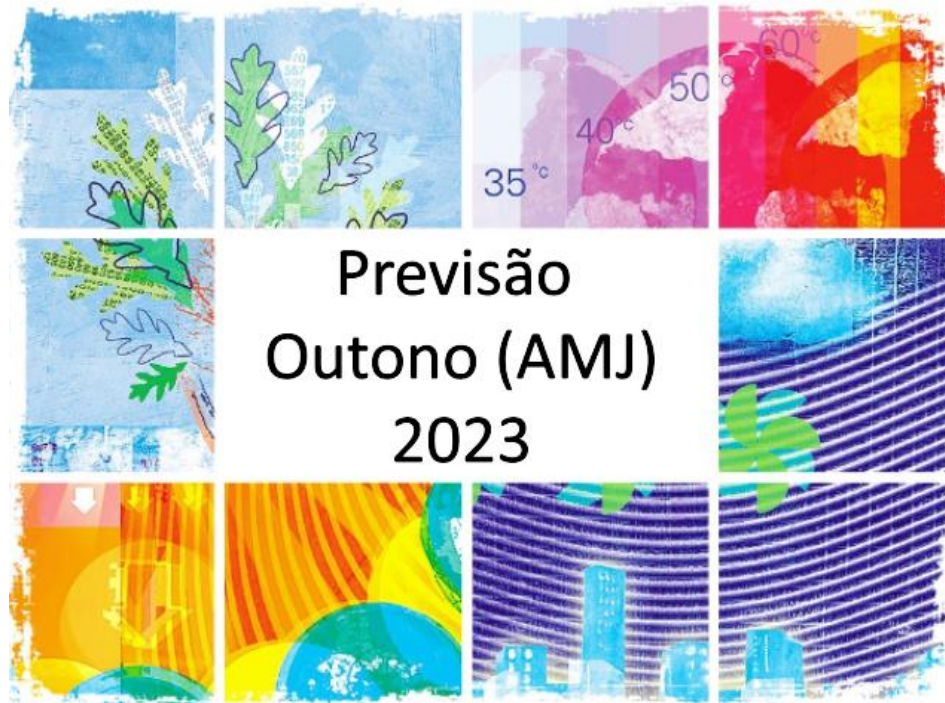


Boletim da Previsão Climática Mensal

Grupo de Meteorologia da UFSM



1. Equipe de Elaboração

Levantamento de dados, apresentação e redação: Dr. Daniel Caetano Santos e Me. Murilo Machado Lopes (Meteorologistas da UFSM); Prof. Dr. Jônatan Dupont Tatsch (Coordenador do Curso de Graduação em Meteorologia da UFSM); Bel. Fabio Henrique Correa (mestrando).

1 Climatologia do Trimestre AMJ

A climatologia do trimestre de abril-maio-junho (AMJ) volta a ter o noroeste do RS como a região com maiores acumulados de chuva em média (>450mm). Apesar da existência de uma variação meridional assim como nos outros meses, está é menor expressiva uma vez que a região da Campanha tem média trimestral > 350 mm. Já os menores acumulados trimestrais médios para AMJ se localizam no leste do RS. No trimestre AMJ a média das temperaturas mínimas fica entorno dos 12°C na Campanha e em áreas do norte do RS, com média de próxima aos 10°C nas áreas de maior altitude do Nordeste Gaúcho em localidades pontuais da Serra do Sudeste Gaúcho (Figura 1.b). As primeiras massas de ar frio mais intensas tipicamente avançam em abril e a ocorrência de geadas já é possível em vários pontos do estado durante o outono. A temperatura mínima média é maior no Noroeste do RS e na faixa central do estado até o litoral norte com valores predominantes entre 14°C e 16°C. O padrão de variação espacial da temperatura máxima média é similar ao da temperatura mínima, com valores em torno de 20°C no sul do RS e dos 18°C nas partes altas da Serra. Apenas no oeste e noroeste estado a máxima média fica entorno dos 24°C (Figura 1.c), sendo levemente mais faixa através da faixa central do RS.

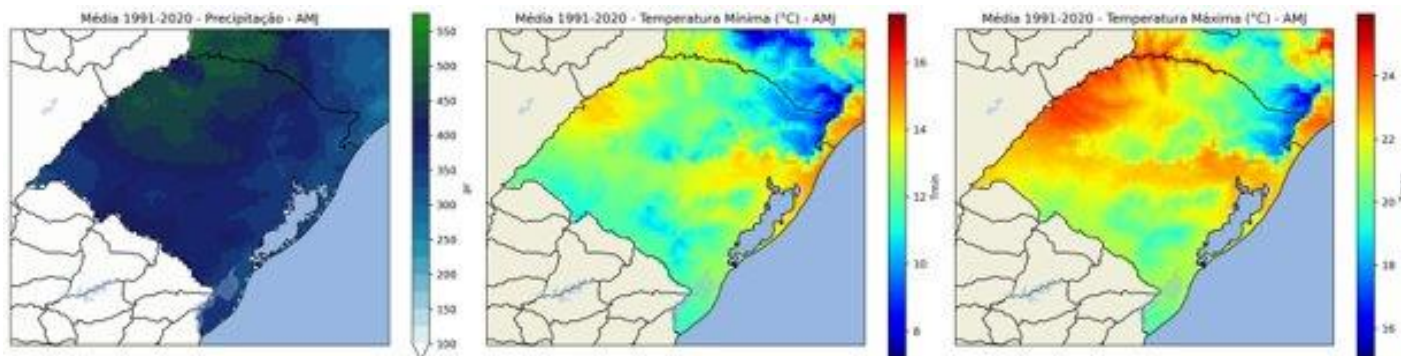


Figura 1. Normal climatológica do período AMJ de 1991 a 2020 a partir do conjunto de dados *Brazilian Daily Weather Gridded Data (BR-DWGD)* de Xavier et al. (2022)¹ para precipitação acumulada mensal (a), temperatura mínima (b) e temperatura máxima (c).

2 Dados observados de janeiro, fevereiro e março (JFM) de 2023

Em janeiro os acumulados de precipitação mais uma vez tiveram grande variabilidade espacial. O maior acumulado em uma estação meteorológica se deu no município de Cambará do Sul (240mm) enquanto na fronteira sudoeste a cidade de Uruguaiana registrou apenas 17mm. Apesar de grande parte do estado ter registrado anomalias negativas de precipitação os valores mais expressivos se localizam na porção noroeste do estado (até 150mm abaixo da climatologia). Em relação as temperaturas, destaca-se a anomalia positiva em todo o RS nas médias máximas, sendo mais expressiva no sudoeste do estado (maior que +3°C). Quaraí teve quatro dias com máximas acima dos 40°C no mês de janeiro, incluindo a máxima do estado no mês (40,9°C dia 01/01). Já em relação à média de temperatura mínima, também se registrou uma anomalia positiva em grande parte do território gaúcho. Neste caso se destacam o oeste e sudeste do estado com anomalia maior que +1.5°C. Apenas parte do norte do estado apresentou média mínima dentro da climatologia.

¹ XAVIER, Alexandre C. et al (2022). New Improved Brazilian Daily Weather Gridded Data (1961-2020). International Journal of Climatology.

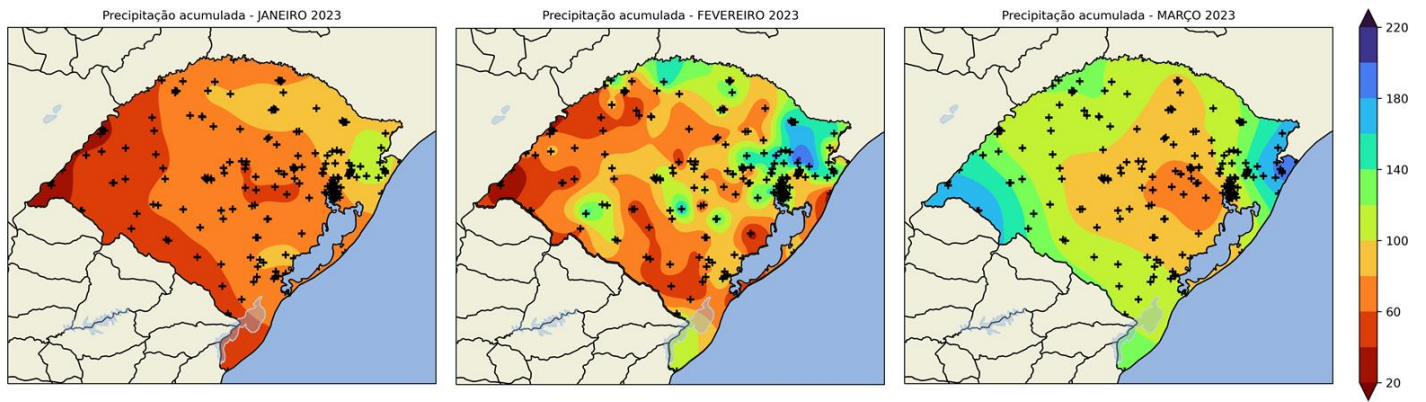


Figura 2. Dados de precipitação combinados para os meses de janeiro (a), fevereiro(b) e março (c). a partir de dados combinados do [INMET](#) e [SIMAGRO](#) e [SEMA-RS](#).

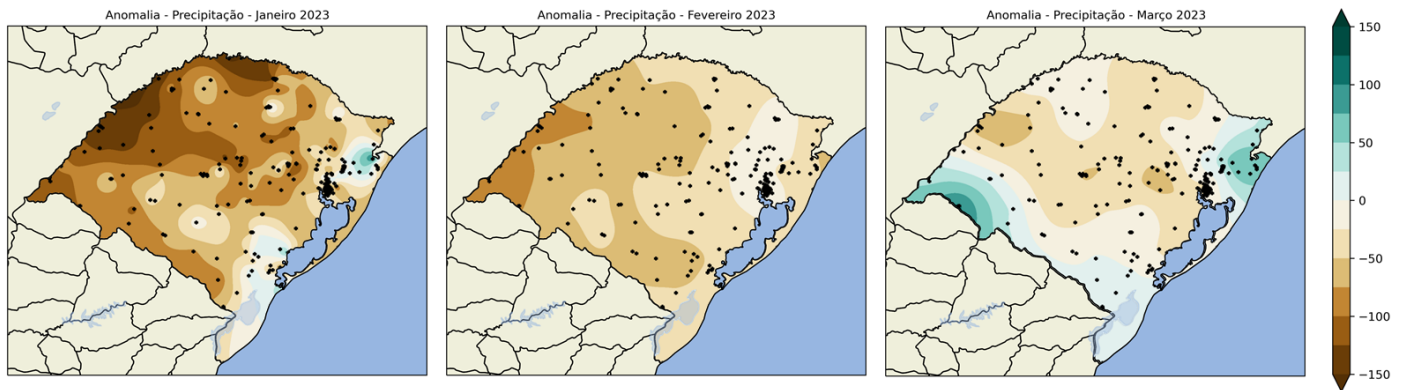


Figura 3. Anomalia de precipitação total mensal em relação à normal climatológica 1991-2020 para os meses de janeiro (a), fevereiro (b) e março (c). Os pontos indicam a localização das estações meteorológicas utilizadas.

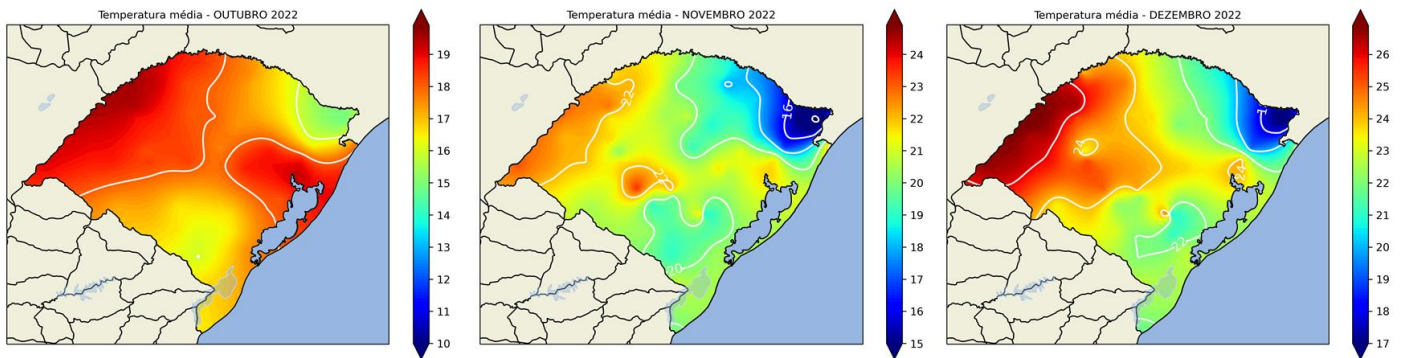


Figura 4. Dados de temperatura média combinados para os meses de janeiro (a), fevereiro (b) e março (c) a partir de dados combinados das estações meteorológicas do [INMET](#) e [SIMAGRO](#) e [SEMA-RS](#).

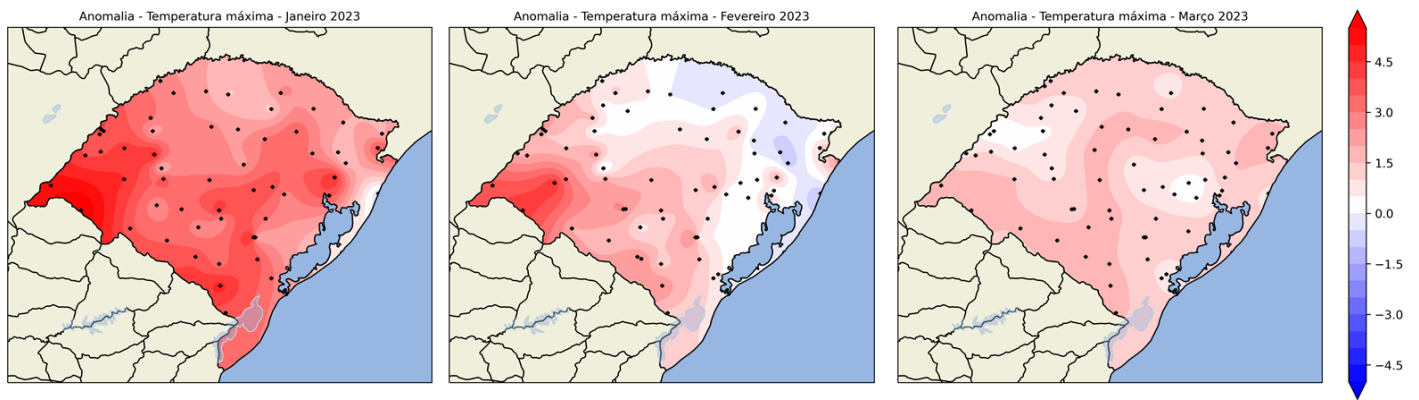


Figura 5. Anomalia de temperatura máxima mensal em relação à normal climatológica 1991-2020 para os meses de janeiro (a), fevereiro (b) e março (c)

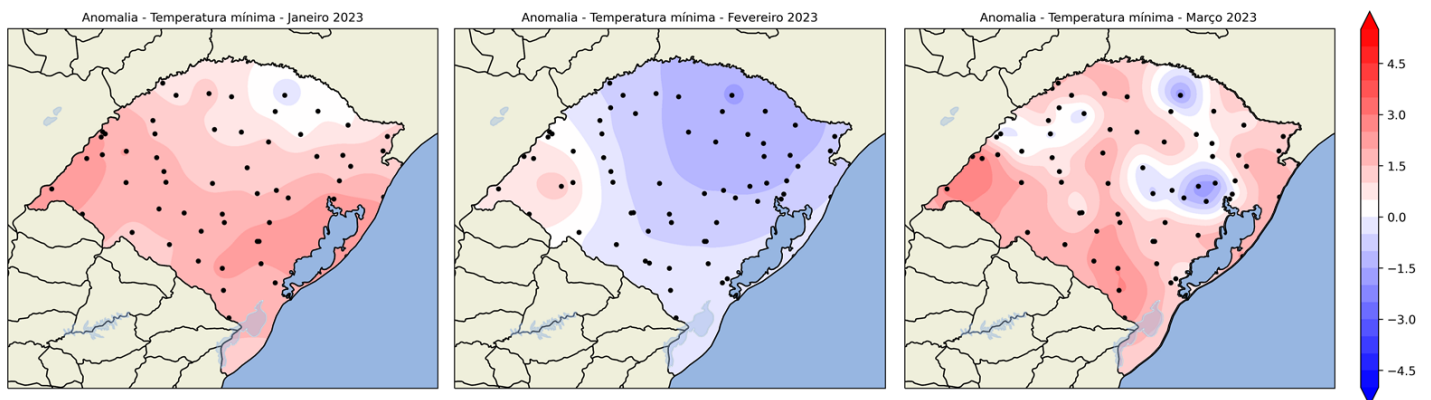


Figura 6. Anomalia de temperatura mínima mensal em relação à normal climatológica 1991-2020 para os meses de janeiro (a), fevereiro (b) e março (c).

Em fevereiro, apesar de cerca de 15 dias registrarem precipitação em ao menos alguma parte do RS, houve precipitação abaixo da normal climatológica em todo estado. As maiores anomalias se registraram na fronteira com a Argentina e foram da ordem de -75mm em relação a climatologia. Contudo, a irregularidade espacial da precipitação é o principal destaque do mês, uma vez que há variação de mais de 60mm entre estações meteorológicas localizadas dentro de uma mesma mesorregião do RS. Em relação as temperaturas o mês, em geral, apresentou suma grande amplitude térmica com anomalias negativas na média das temperaturas mínimas e anomalia positiva na média das máximas. Apenas parte do noroeste do RS registrou um mês mais frio que a normal tanto nas mínimas quanto nas máximas médias, enquanto o oposto foi registrado apenas no sudoeste do RS. O setor entre Quaraí e Alegrete teve máximas cerca de +3°C acima da climatologia, apresentando as maiores anomalias do estado. Os valores absolutos registrados durante o mês foram de 35,1°C em Alegrete e 5,5°C em São José dos Ausentes. A mínima mensal foi registrada em 18/02 com o avanço de uma forte massa de ar frio que favoreceu novos recordes de menor temperatura em fevereiro para diversas estações.

Já no mês de março a precipitação, apesar de ainda irregular, foi mais volumosa nos setores sudoeste e noroeste do RS. Ambas as áreas tiveram precipitação superior a 50mm quando comparada à normal climatológica. A estação do Inmet em Quaraí foi a que registrou o maior acumulado mensal durante março, totalizando 316mm. Contudo, com exceção das áreas citadas e do sul do RS as demais regiões do estado tiveram anomalias de até -75mm em relação à média histórica do período 91-20. A máxima absoluta do mês foi de 39,5°C em Quaraí e o mês foi de modo geral foi marcado pelas temperaturas elevadas com anomalia de médias máximas de ao

menos +0,5°C em todo estado. Em pontos da Campanha a média mínima ficou +1,5°C acima da normal, condição semelhante a encontrada nas demais estações do estado. Apenas alguns pontos tiveram anomalias negativas, contudo um forte viés associado a inserção das novas estações do SIMAGRO que passaram por processo de recuperação.

3 Condição Oceânica

A condição oceânica superficial observada no oceano Pacífico tropical na semana do 26 de março e 01 de abril de 2023 (Fig. 7) observam-se anomalias positivas da temperatura da superfície do mar (TSM), na costa do Peru e do Equador (região do Niño 1+2), o que indica o final do longo período de ocorrência do fenômeno La Niña.

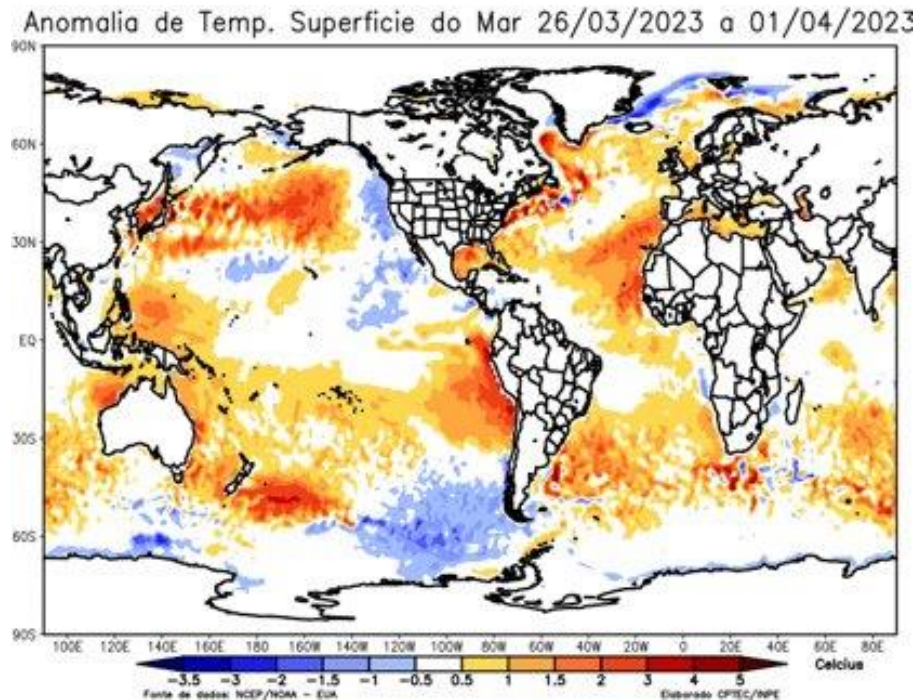


Figura 7 - Anomalia da TSM média observada entre os dias 26 de março e 01 de abril de 2023. Fonte: CPTEC/INPE.

De acordo com os índices de monitoramento ENOS, Niño 12 e Niño 34, é possível identificar o aquecimento da TSM na região Niño 12 nos últimos dias. Já na região do Niño 34, as anomalias permanecem negativas e mais frias do que o limiar para a classificação do fenômeno La Niña (-0,5°C) (Fig. 8). Ao longo do ano de 2022, a La Niña era suportada pela contínua manutenção de águas mais frias das camadas subsuperficiais do Oceano Pacífico Equatorial. No entanto, nos últimos meses, a ampliação de águas mais quentes a partir da costa asiática enfraqueceu as anomalias negativas desde a costa da América do Sul até o centro do Oceano Pacífico Equatorial (Fig. 9).

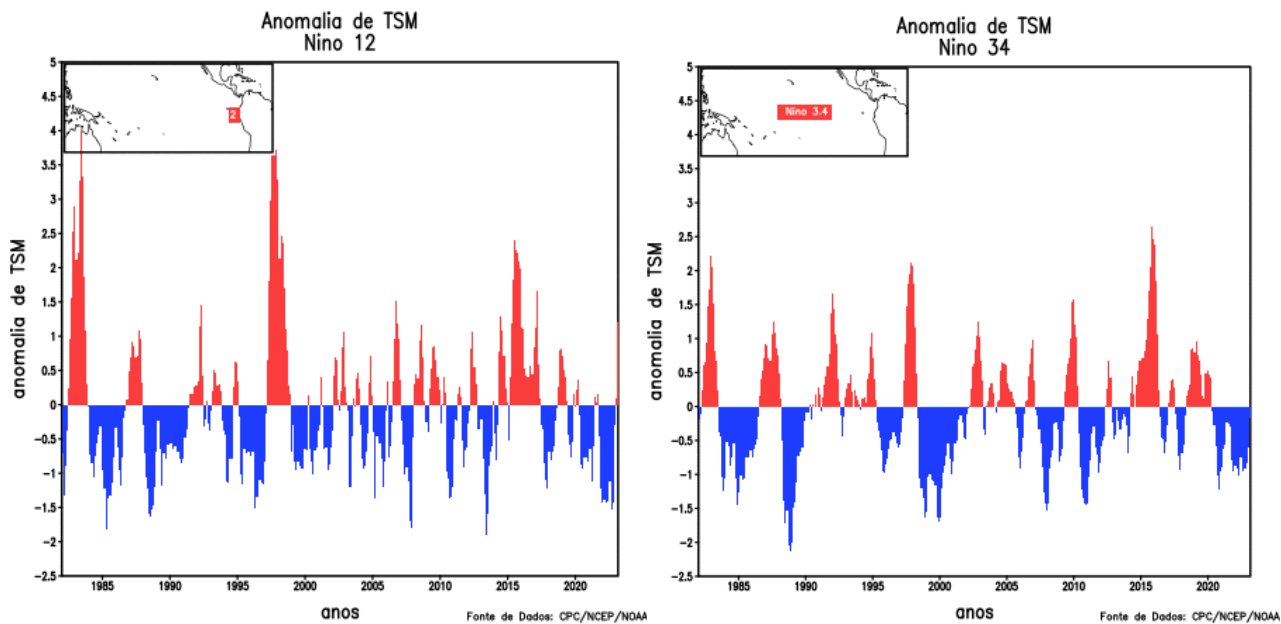


Figura 8 - Série temporal da anomalia de TSM observada sobre a região do Niño 1+2 (quadro da esquerda) e Niño 3.4 (quadro da direita) desde 1980 até atualmente. Fonte: CPC/NCEP/NOAA.

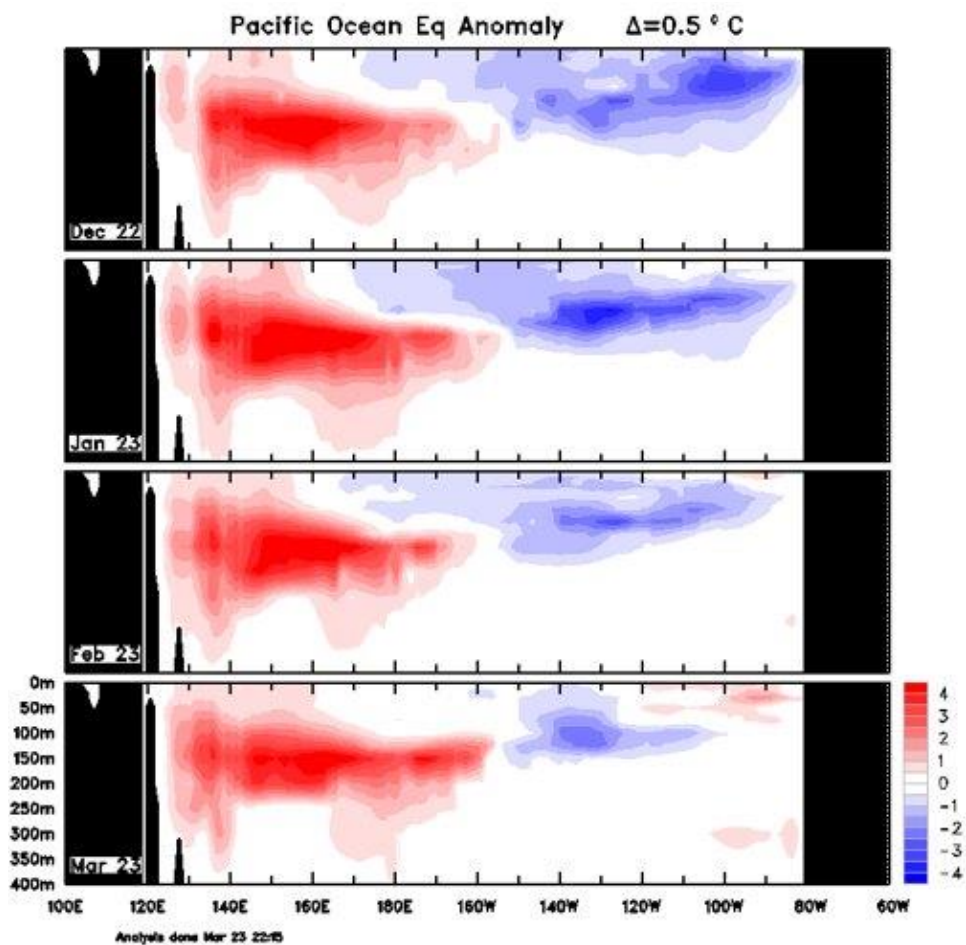


Figura 9 - Seção transversal da anomalia da TSM na região do Oceano Pacífico Equatorial dos meses de dezembro de 2022 e janeiro, fevereiro e março de 2023. Fonte: BOM² da Austrália.

Além da influência remota do ENOS, outros índices de tele conexão podem impactar o clima do RS. A Oscilação Decenal do Pacífico (PDO) está na sua fase fria atualmente (Figura 11), o que favorece a maior ocorrência de La Niñas e, como já dito, a anomalias de negativas de chuva no outono (Figura 10). Estas condições oceânicas mais às condições hídricas do solo devido a secas dos anos anteriores, estão em grande parte associadas às sucessivas quebras de safra registradas nos últimos anos.

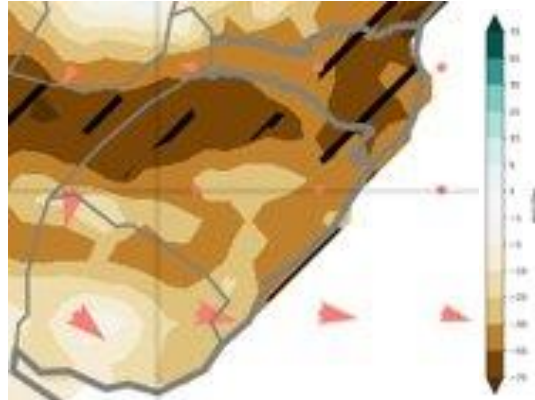


Figura 10 - Composição das anomalias de chuva nos meses de MAM para eventos durante Fase Negativa da PDO. Fonte: Reboita et al. 2021³. Ciências Atmosféricas - UNIFEI. Áreas hachuradas indicam desvios estatisticamente significativos ao nível de significância de 5%.

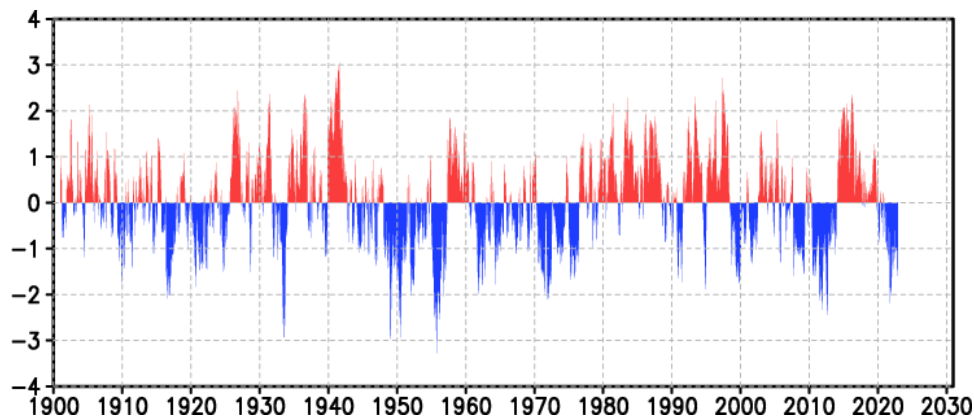


Figura 11 - Série temporal do Oscilação decenal do Pacífico (PDO) desde 1900 até o momento. Fonte: <https://www.jma.go.jp/jma/indexe.html>.

4 Previsões do El Niño Oscilação Sul (ENOS)

² <http://www.bom.gov.au/climate/ocean/outlooks/#region=IOD>

³ Reboita, M.S., Ambrizzi, T., Crespo, N.M., Dutra, L.M.M., Ferreira, G.W.d.S., Rehbein, A., Drumond, A., da Rocha, R.P. and Souza, C.A. (2021), Impacts of teleconnection patterns on South America climate. Ann. N.Y. Acad. Sci.. DOI: [10.1111/NYAS.14592](https://doi.org/10.1111/NYAS.14592)

A previsão probabilística de ENOS (Fig. 12) do IRI integra os modelos dos principais centros de previsões climáticas mundiais. O consenso destes modelos indica a predominância da condição de neutralidade para o trimestre AMJ. Já no trimestre de junho-julho-agosto (JJA), a previsão aponta para a probabilidade acima de 60% para o estabelecimento do fenômeno EL Niño, que persiste até o trimestre novembro-dezembro-janeiro (NDJ).

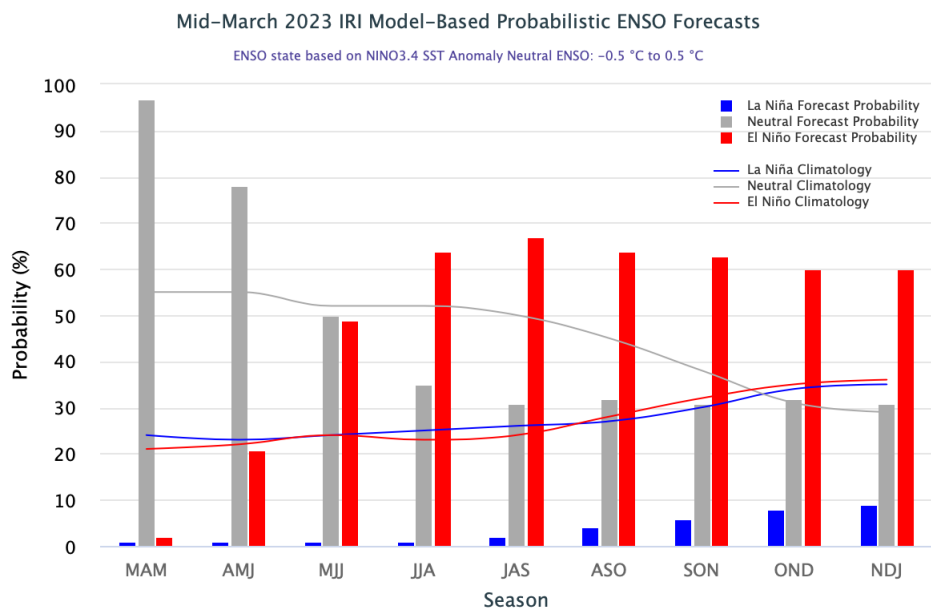


Figura 12 - Previsão probabilística do ENOS realizada em março de 2023. Fonte: IRI-Columbia

O índice AAO (Fig. 13) manteve-se em um longo período na fase positiva que está associada a menor frequência da incursão de frentes frias no RS e às anomalias negativas de chuva no RS (Fig. 3). O índice para a primeira quinzena de abril mostrou-se negativo e foi caracterizado por uma frequência de incursões frontais que resultaram em eventos de chuva e diminuição da temperatura. Para o restante do mês de abril, existe uma discordância entre as diferentes integrações do modelo GFS, o que leva, na média, a uma neutralidade do índice, ficando próximo de zero (linha tracejada na Fig. 13).

AAO Index: Observed & GEFS Forecasts

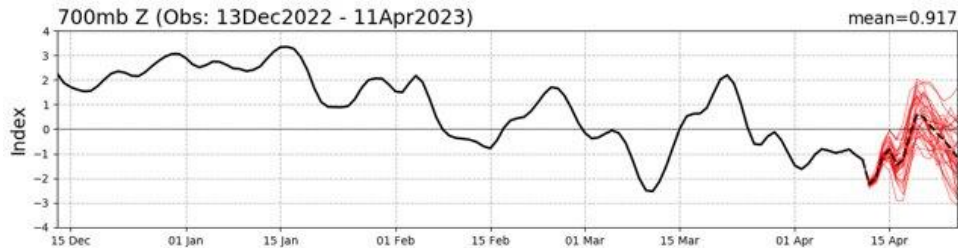
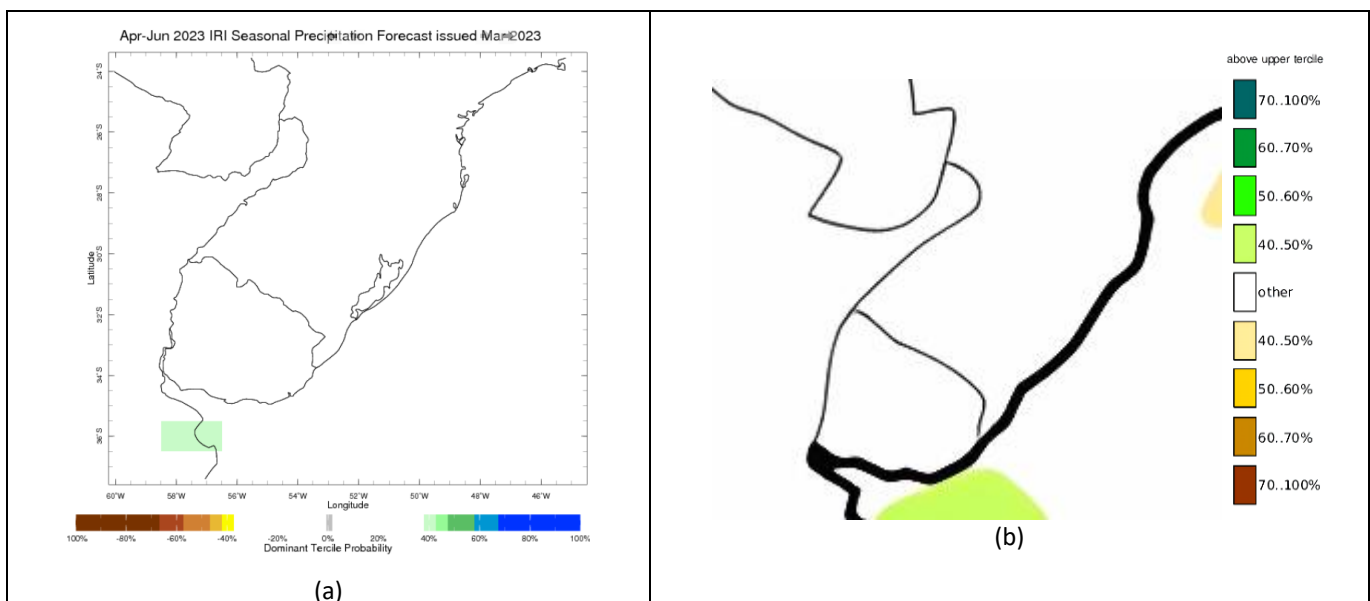


Figura 13 - Série temporal do AAO dos últimos 4 meses (linha preta) e a previsão de 15 dias (linhas vermelhas) do índice obtido do modelo GFS. A linha pontilhada é a média dos membros. Fonte: *Climate Prediction Center (CPC/NOAA)*.

5 Previsões sazonais

O conjunto de modelos do IRI, o Multissistema C3S (conjunto de modelos europeus) e o modelo estatístico regional MoReClima-SUL aponta maior probabilidade de chuvas dentro da normal climatológica, para o trimestre AMJ, uma vez que as probabilidades para ocorrência de chuvas acima ou abaixo da média são menores do que 40% (Fig. 14.a, 14.b e 14.d). O multimodelos dos centros nacionais (CPTEC/INMET/FUNCEME) indicam a probabilidade, entre 40% e 50%, de serem abaixo da média no norte e extremo oeste do RS (Fig. 14.c). **Nos padrões de chuva, os acumulados não se mostram muito elevado em comparação com a climatologia da região ficando entre 12 e 50mm na maioria das projeções, na região central e fronteira com Uruguai.**



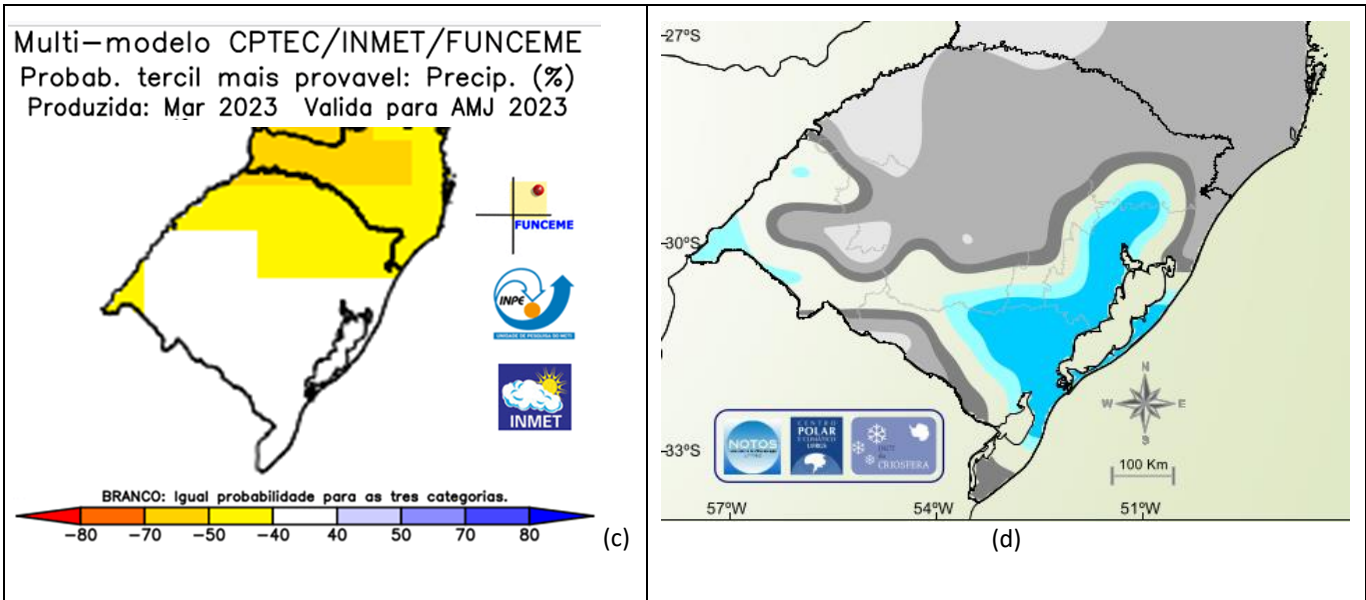
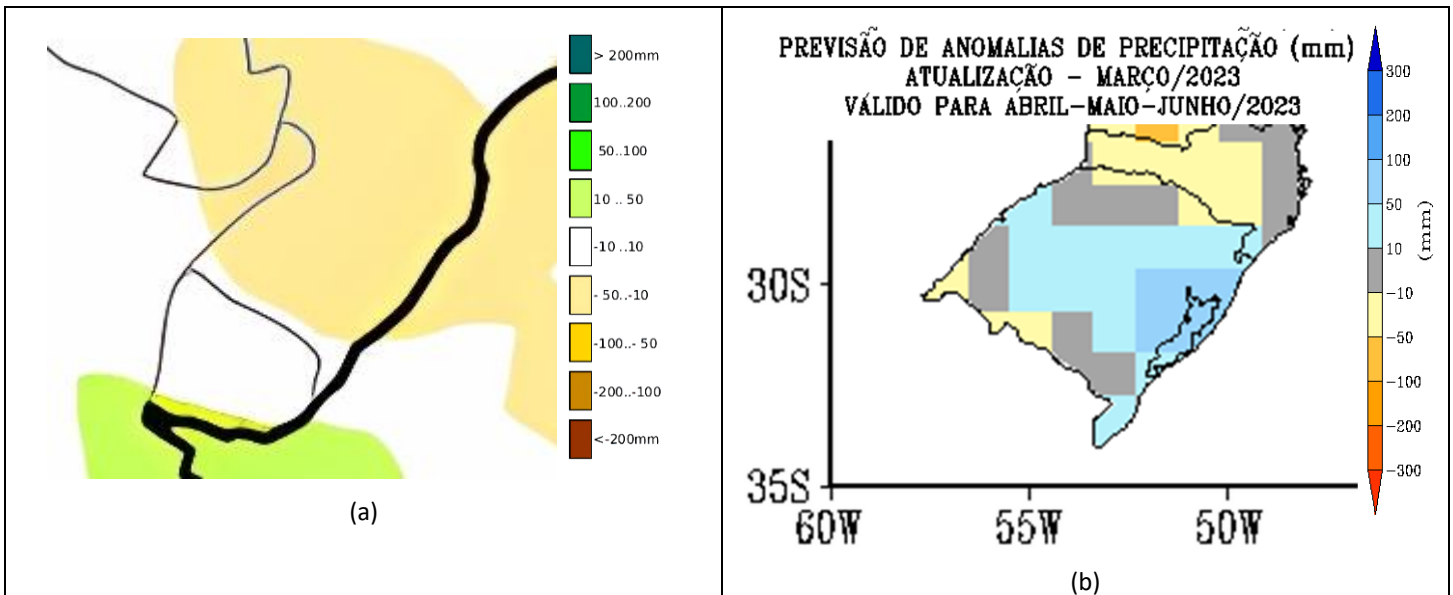


Figura 14 - Probabilidade do tercil dominante (%) da previsão climática da chuva média mensal acumulada realizada em março de 2023 para o trimestre AMJ, segundo (a) [Mutimodelo IRI](#), (b) [Multissistema C3S](#) (ECMWF) e (c) Multimodelo [CPTec/INMET/FUNCEME](#) e (d) Modelo Regional de Previsão Climática para o Sul do Brasil (MoReClima-SUL, Centro Polar e Climático da UFRGS).



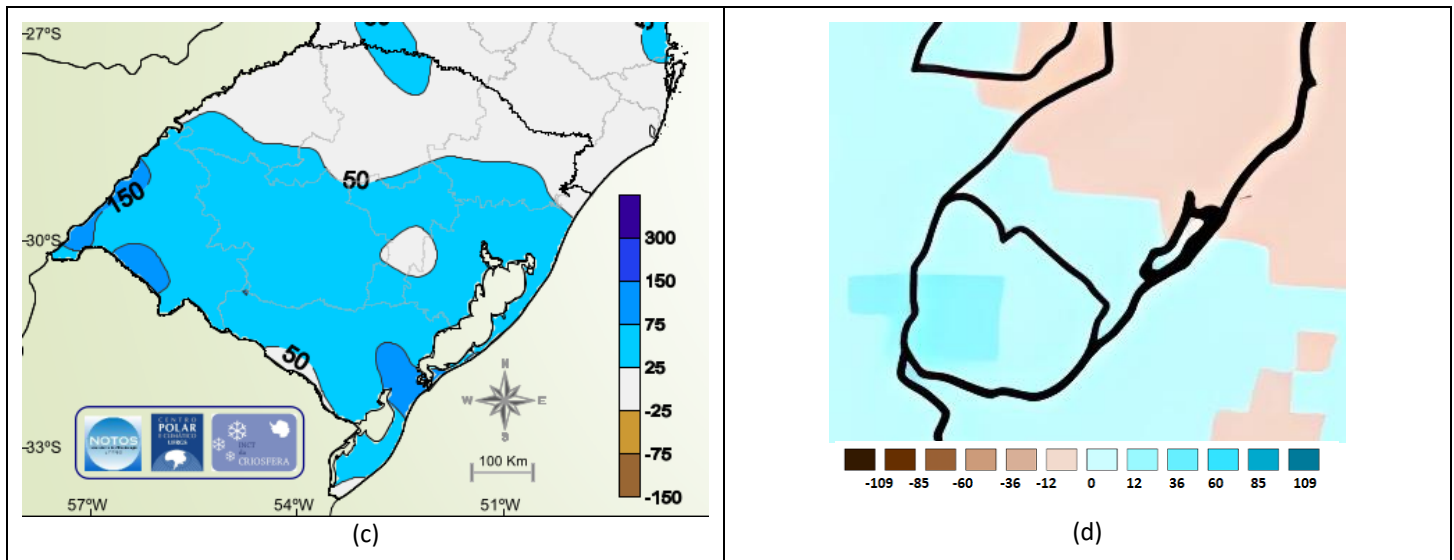
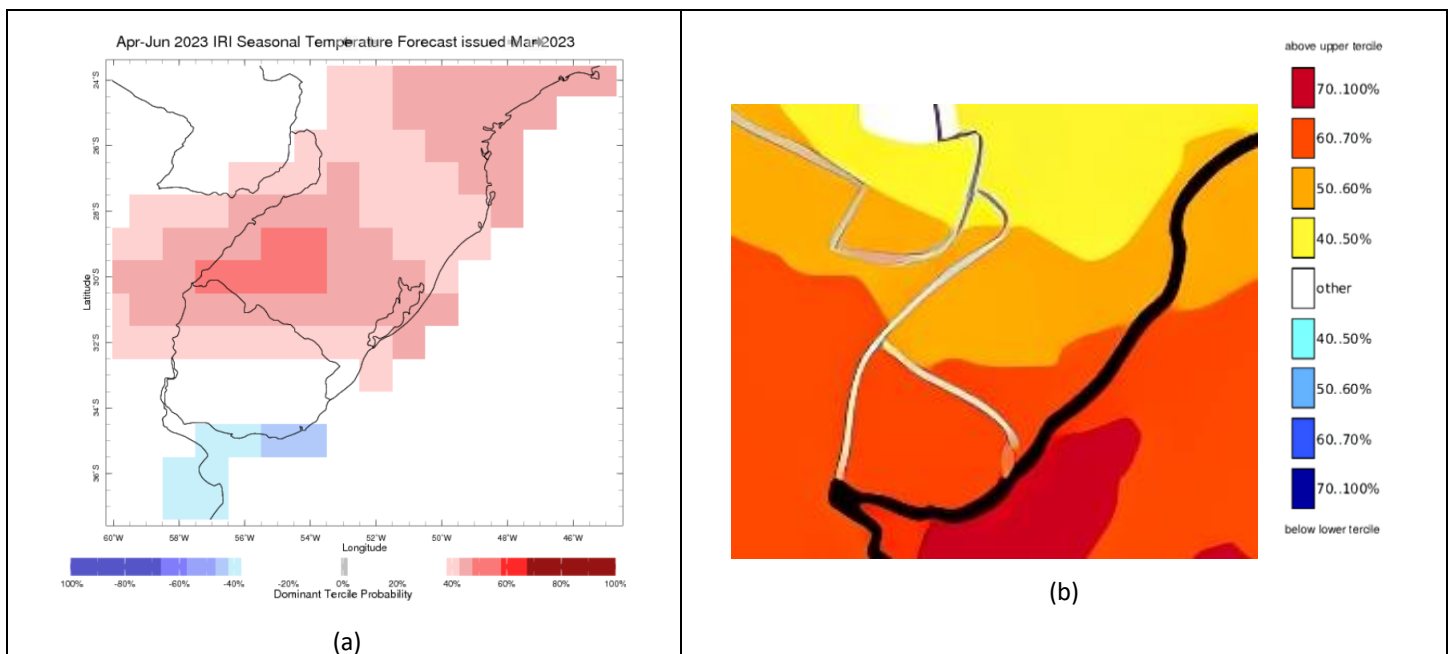
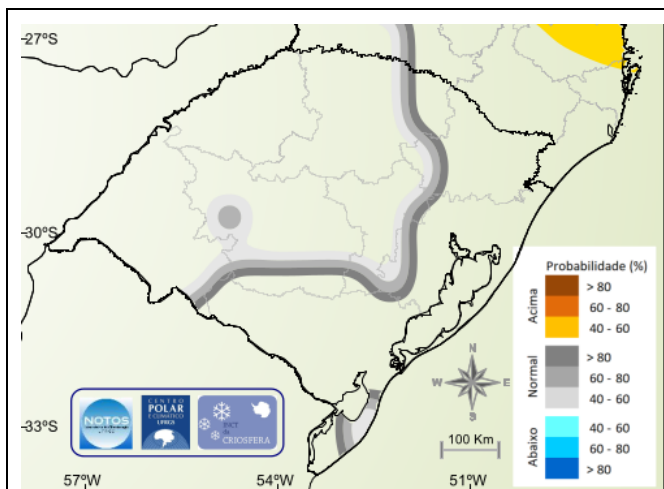


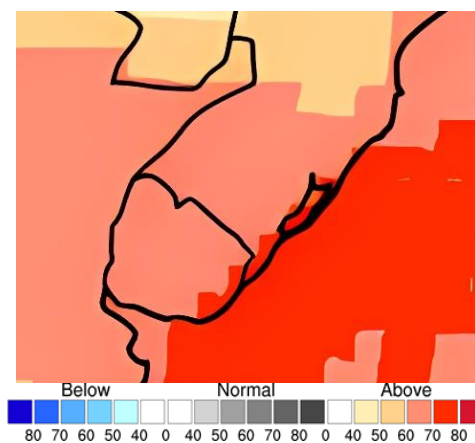
Figura 15 - Previsões das anomalias de chuva realizada em março de 2023 para o trimestre AMJ, segundo (a) [Multissistema C3S](#), (b) modelo estatístico do INMET, (c) Modelo Regional de Previsão Climática para o Sul do Brasil (MoReClima-SUL, Centro Polar e Climático da UFRGS) e (d) *APEC Climate Center (APCC) South Korea*, em mm/dia.

Para temperatura média mensal do ar, as previsões do multimodelo do IRI (Fig. 16.a), Multissistema C3S do ECMWF (Fig. 16.b) e APEC Climate Center (Fig. 16.d) indicam probabilidade superiores a 50% para temperatura acima do normal, principalmente na região de fronteira com o Uruguai e pampa gaúcho. O modelo MoReClima-SUL (Fig. 16.c) prevê temperatura dentro da normal climatológica, em todo o estado. **Em termos de anomalias, os diferentes cenários previstos divergem, mas de maneira geral a temperatura tende a ficar levemente acima do normal, aproximando-se de 1°C em grande parte do território gaúcho (Fig. 17a-d).**



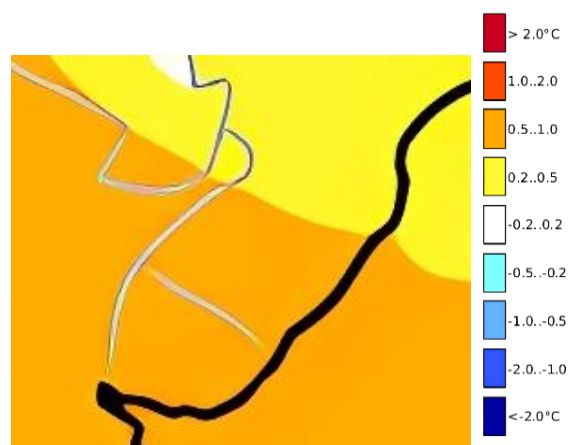


(c)

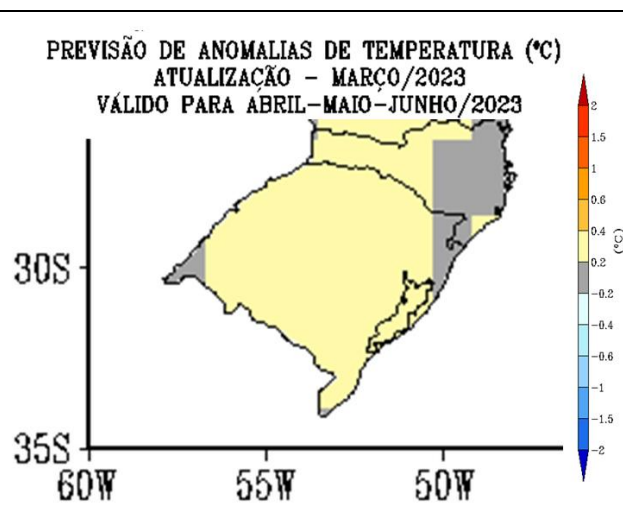


(d)

Figura 16 - Probabilidade do tercil dominante (%) da previsão climática de temperatura média, realizada em março de 2023 para o trimestre AMJ, segundo (a) [Mutimodelo IRI](#) e (b) [Multissistema C3S](#) e (c) Modelo Regional de Previsão Climática para o Sul do Brasil (MoReClima-SUL, Centro Polar e Climático da UFRGS) e (d) Conjunto de modelos globais do Centro Climático da Cooperação Econômica Ásia-Pacífico (APCC).



(a)



(b)

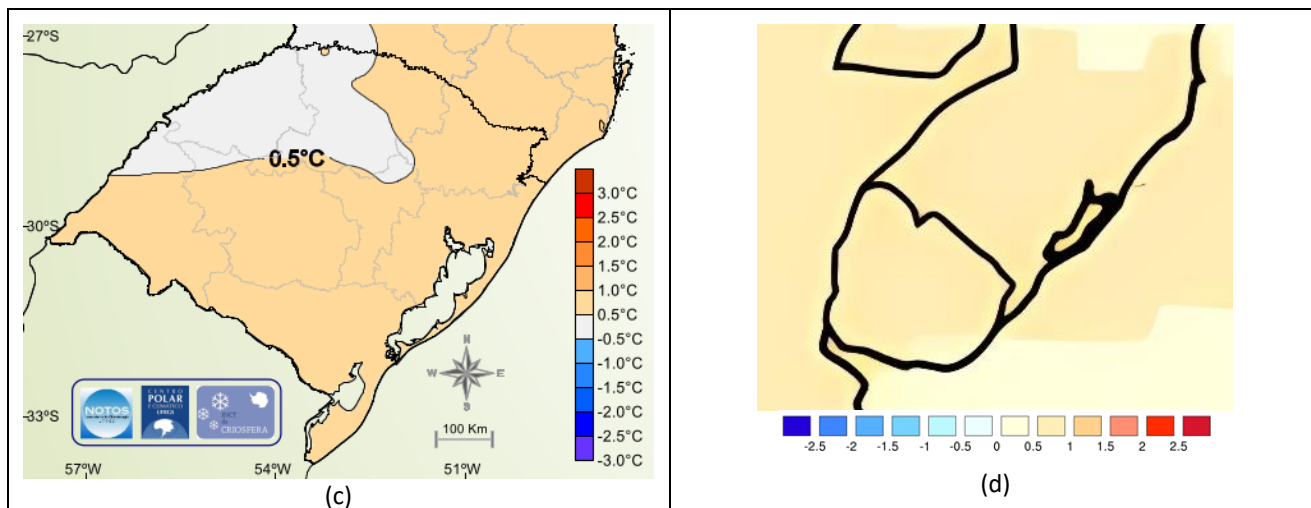
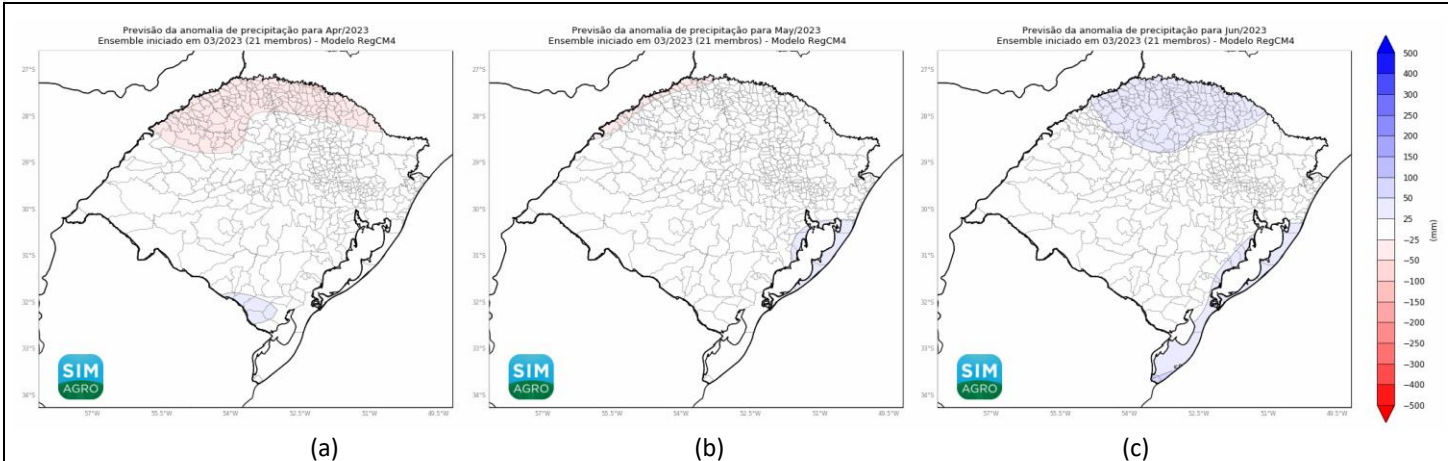


Figura 17 - Previsões das anomalias de temperatura média (°C) realizada em março de 2023 para o trimestre AMJ, segundo (a) [Multissistema C3S](#) (mediana dos modelos), (b) modelo estatístico do INMET, (c) Modelo Regional de Previsão Climática para o Sul do Brasil (MoReClima-SUL, Centro Polar e Climático da UFRGS) e (d) Média do conjunto de modelos globais do Centro Climático da Cooperação Econômica Ásia-Pacífico (APCC).

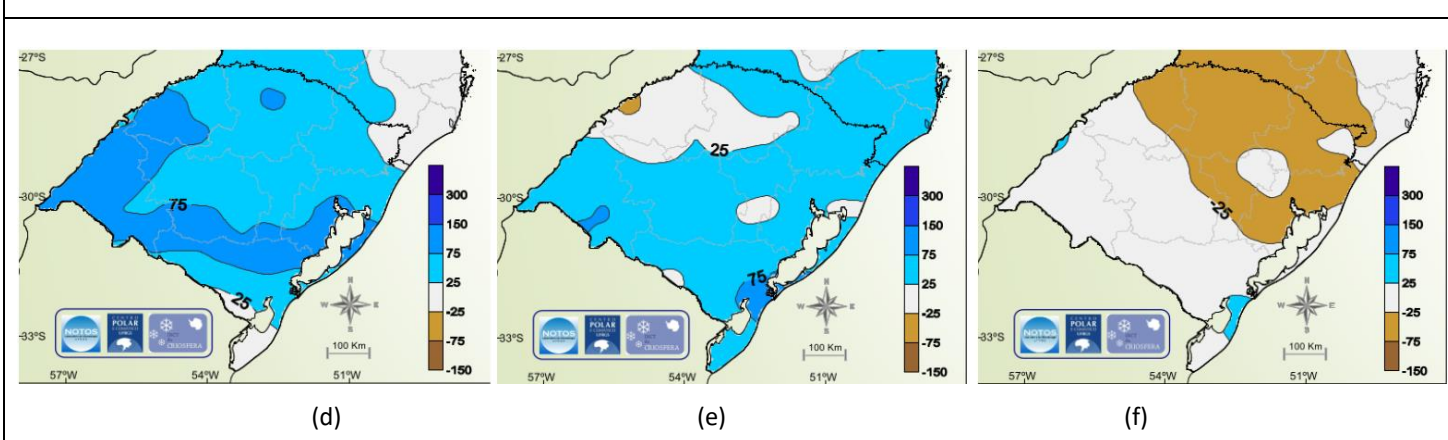
6 Previsões mensais

As previsões mensais realizadas em março de 2023, para as anomalias de chuva acumulada e temperatura média mensal dos meses do trimestre AMJ são apresentados nas Figuras 18 e 19, respectivamente. Para a chuva, os modelos regionais dinâmico e estatístico (Figura 18.a-f) apresentam cenários opostos. Enquanto o modelo regional dinâmico RegCM4, do SIMAGRO, indica uma evolução progressiva das chuvas, passando de anomalias negativas em abril (Figura 18.a) para uma condição dentro da normalidade e até acima da média em junho (Figura 18.c), o modelo estatístico MoReClima-SUL, da UFRGS, indica redução das chuvas ao longo do trimestre (Figuras 18.d-f). Por outro lado, os modelos do Centro Climático da Cooperação Econômica Ásia-Pacífico (APCC) indicam que a região de fronteira com o Uruguai terá chuvas acima da média, enquanto o norte/nordeste do estado terá redução das chuvas nos meses de abril e junho de 2023 (Figuras 18.g e 18.i).

Modelo dinâmico - RegCM4 do SIMAGRO



Modelo estatístico - MoReClima-SUL



Previsão por conjunto de modelos dinâmicos globais - APCC

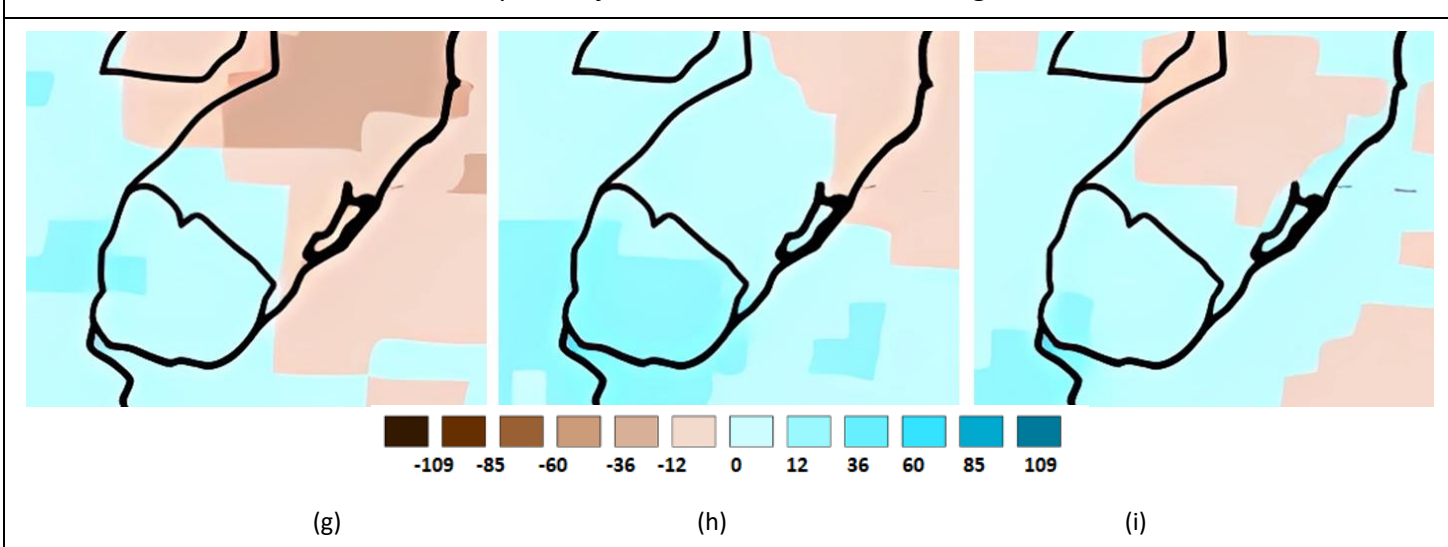
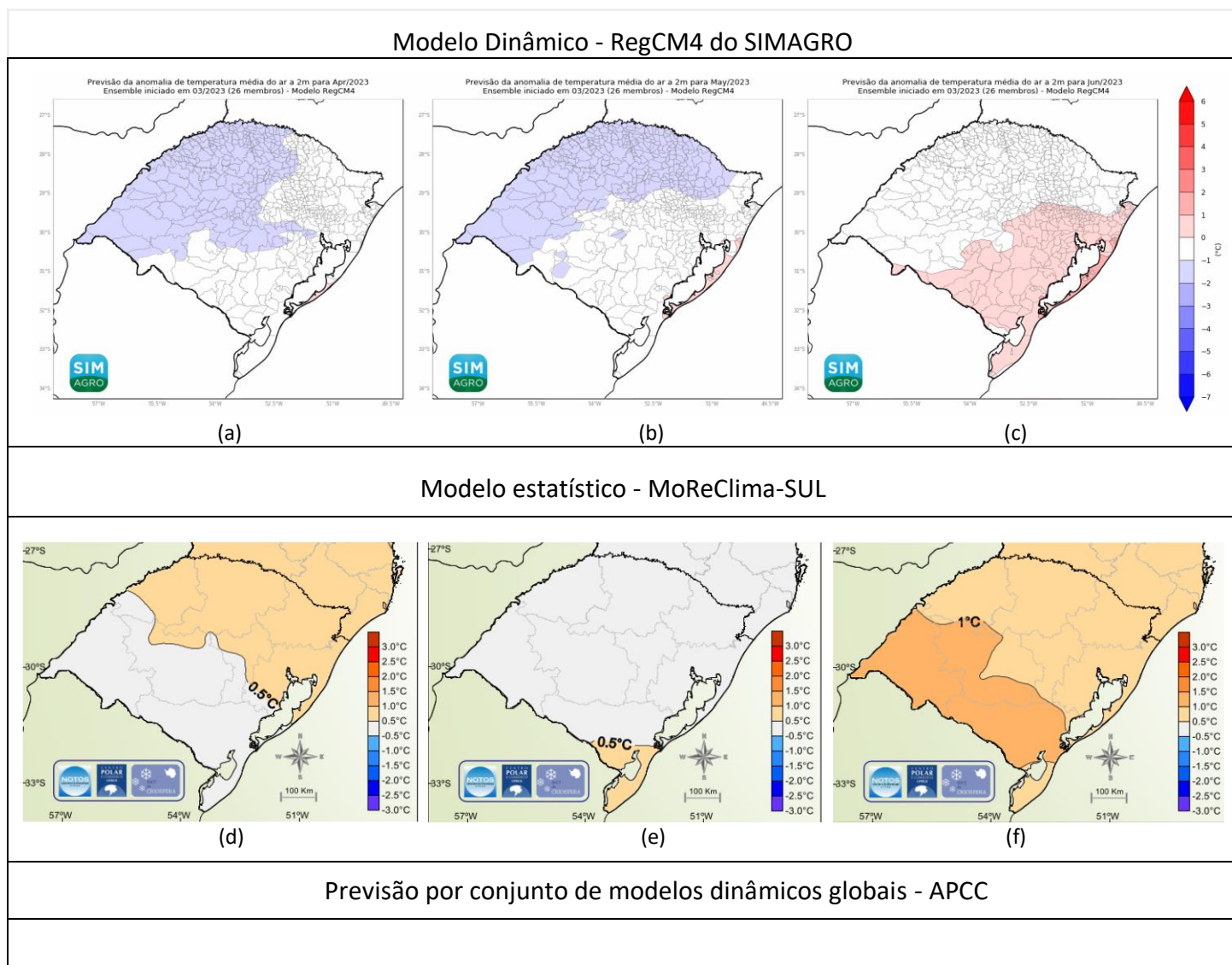


Figura 18 - Previsões das anomalias de precipitação mensal, em mm, do modelo dinâmico REGCM-4 do SIMAGRO (a-c), do Modelo Regional de Previsão Climática para o Sul do Brasil (MoReClima-SUL, Centro Polar e Climático da UFRGS) (d-f) e (d) Média do conjunto de modelos globais do Centro Climático da Cooperação Econômica Ásia-Pacífico (APCC). As previsões foram realizadas em março de 2023 para os meses de abril (1ª coluna), maio (2ª coluna) e junho (3ª coluna) de 2023.

Para a temperatura, o modelo estatístico regional MoReClima-SUL (Figura 19.d-f) indica que o estado terá temperaturas levemente acima da normalidade, principalmente nos meses de abril e junho. Em maio, as anomalias positivas ficam restritas ao extremo sul do estado. Em contraste, o modelo dinâmico RegCM4 aponta para temperatura abaixo da média no norte e noroeste gaúcho, nos meses de abril e maio (Figura 19.a e 19.c), e temperatura acima da média no sul e leste do estado em junho (Figura 19.b). Por sua vez, a média dos modelos da APCC (Figura 19.g-i) indica temperatura acima da média, de até 0,5°C, ao longo de todo o trimestre.



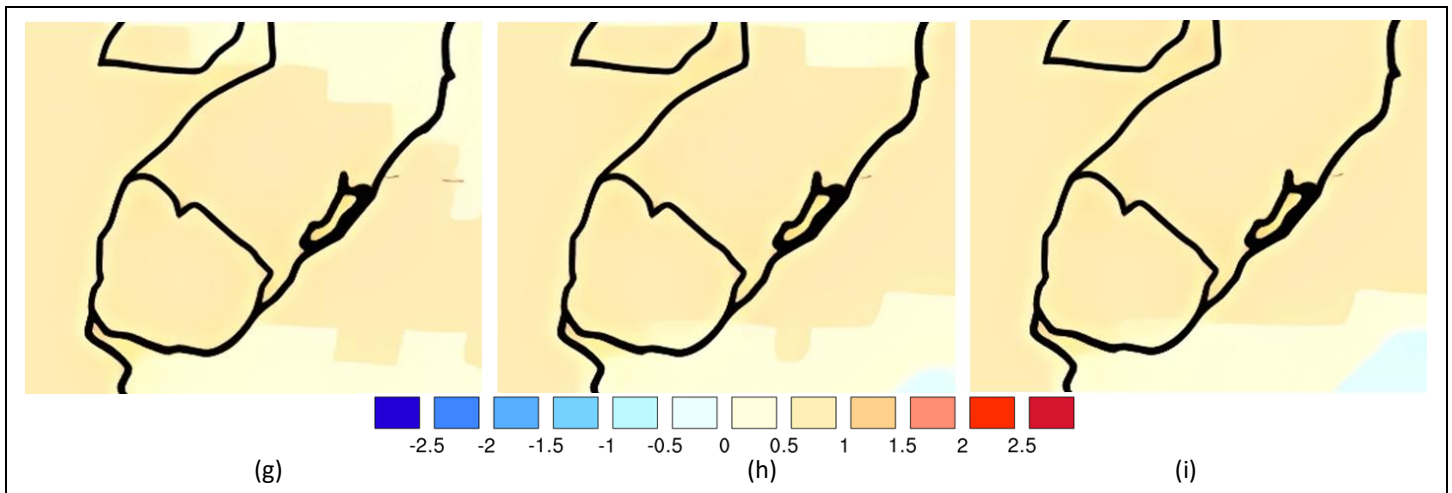


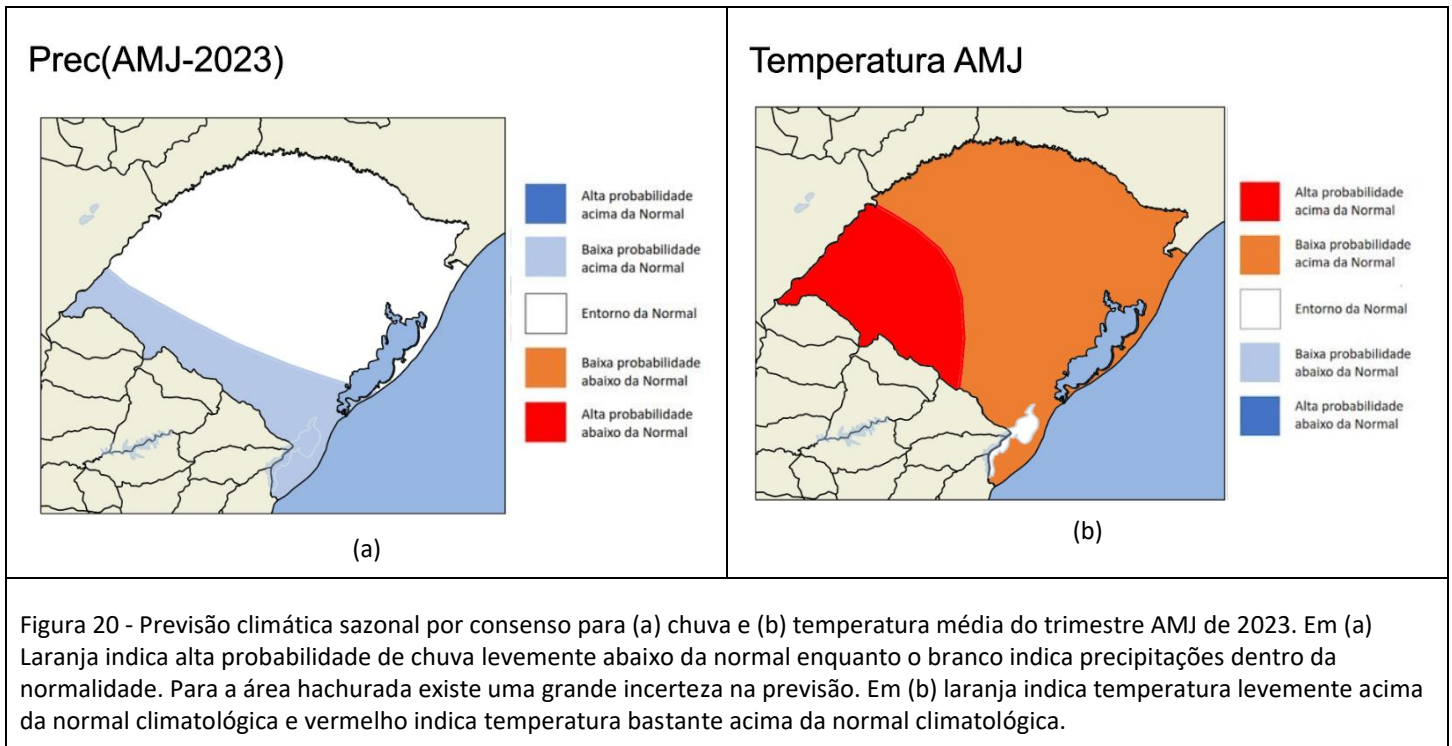
Figura 19- Previsões das anomalias de temperatura média mensal do modelo dinâmico REGCM-4 do SIMAGRO (a-c) e do Modelo estatístico Regional de Previsão Climática para o Sul do Brasil (MoReClima-SUL, Centro Polar e Climático da UFRGS) (d-f) e (d) Média do conjunto de modelos globais do Centro Climático da Cooperação Econômica Ásia-Pacífico (APCC). As previsões foram realizadas em março de 2023 para os meses de abril (1ª coluna), maio (2ª coluna) e junho (3ª coluna) de 2023.

7 Previsão por consenso

Com base na análise que indica uma condição de neutralidade no Pacífico Equatorial nos últimos meses; na avaliação de impactos esperados na chuva no RS associados aos indicadores de teleconexões; na sucessão de condições hídricas desfavoráveis à recuperação do armazenamento de água no solo devido às secas anteriores; nas previsões do conjunto de modelos climáticos dinâmicos e estatísticos; e na opinião consensual do grupo de Meteorologia da UFSM. A previsão climática sazonal para AMJ no RS é de:

- Chuvas acima da normal climatológica na fronteira com fronteira com o Uruguai e dentro da normal climatológica nas demais áreas do estado (Figura 20.a).

- Temperaturas com probabilidade alta de ocorrência acima da normal climatológica (maior que +1°C, Figura 20.b) no extremo oeste do RS. Nas demais regiões a temperatura deve ficar levemente acima da média climatológica.



8 Verificação da previsão de março de 2023

Nesta seção apresenta-se a verificação da previsão climática dos modelos regionais para o último mês. Os campos de anomalia têm como referência os dados observados e interpolados a partir de estações meteorológicas do Cemaden, [INMET](#), [SIMAGRO](#) e [SEMA-RS](#). Os modelos regionais com previsões para o RS incluem o modelo dinâmico [RegCM4 do SIMAGRO](#) e o estatístico [MoReClima-SUL](#) do Centro Polar e Climático da UFRGS.

A anomalia de precipitação observada no mês de março de 2023 (Fig 21) apresentou valores negativos na maior parte do estado, passando pela fronteira oeste e toda a região central e norte do RS, foram observados alguns valores positivos da anomalia de precipitação no litoral norte e fronteira sul, com alguns valores mais expressivos no extremo sudoeste, padrão que não foi previsto em nenhum dos modelos analisados, onde cada um deles se contradizem, com o RegCM4 prevendo valores abaixo da média na fronteira norte e sul e valores dentro da média para o estado. O modelo estatístico MoReClima-SUL estava prevendo valores acima da média em quase todo o estado, com valores expressivos na região central e o modelos do Centro Climático da Cooperação Econômica Ásia-Pacífico (APCC) tinha a previsão de todo o estado abaixo da média em relação à precipitação.

Em relação à anomalia de temperatura para março de 2023 (Fig. 22), foi observado valores positivos em quase todo o RS com maior magnitude na região central do estado se estendendo até a fronteira sul, alguns pontos isolados apresentaram valores dentro da média de anomalia de temperatura para o mês. Esse padrão foi melhor previsto pelo modelo APCC, onde indicava valores acima da média em todo o estado, porém com menor magnitude. Já os modelos RegCM4 e MoReClima-SUL previam a maior parte do estado ou ele todo dentro da média climatológica, apenas uma faixa na região sul indicava valores acima da média pela previsão do modelo dinâmico RegCM4 do SIMAGRO.

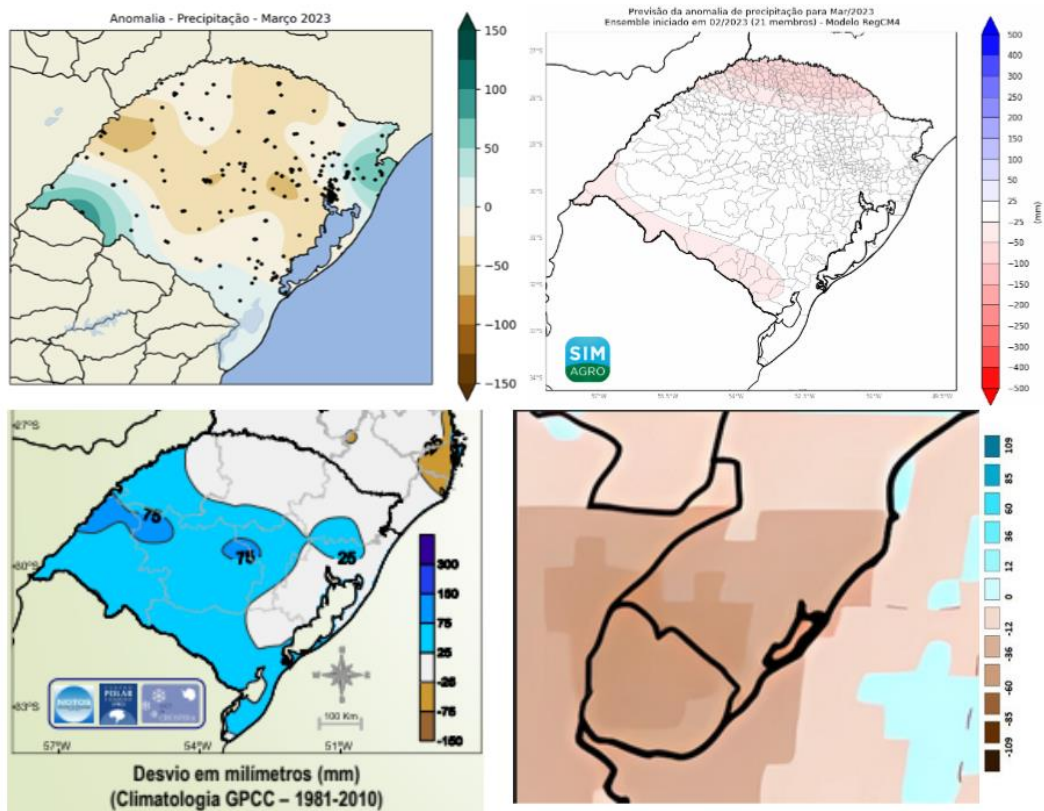


Figura 21. Verificação das anomalias mensais do total de precipitação (mm mês^{-1}). (a) Anomalias de chuva observada no mês de janeiro de 2023 com (a) dados interpolados a partir das estações do [INMET](#), [SIMAGRO](#) e [SEMA-RS](#); (b) previsão do modelo RegCM4 do SIMAGRO, (c) do modelo estatístico MoReClima-SUL e (d) Média do conjunto de modelos globais do Centro Climático da Cooperação Econômica Ásia-Pacífico (APCC)

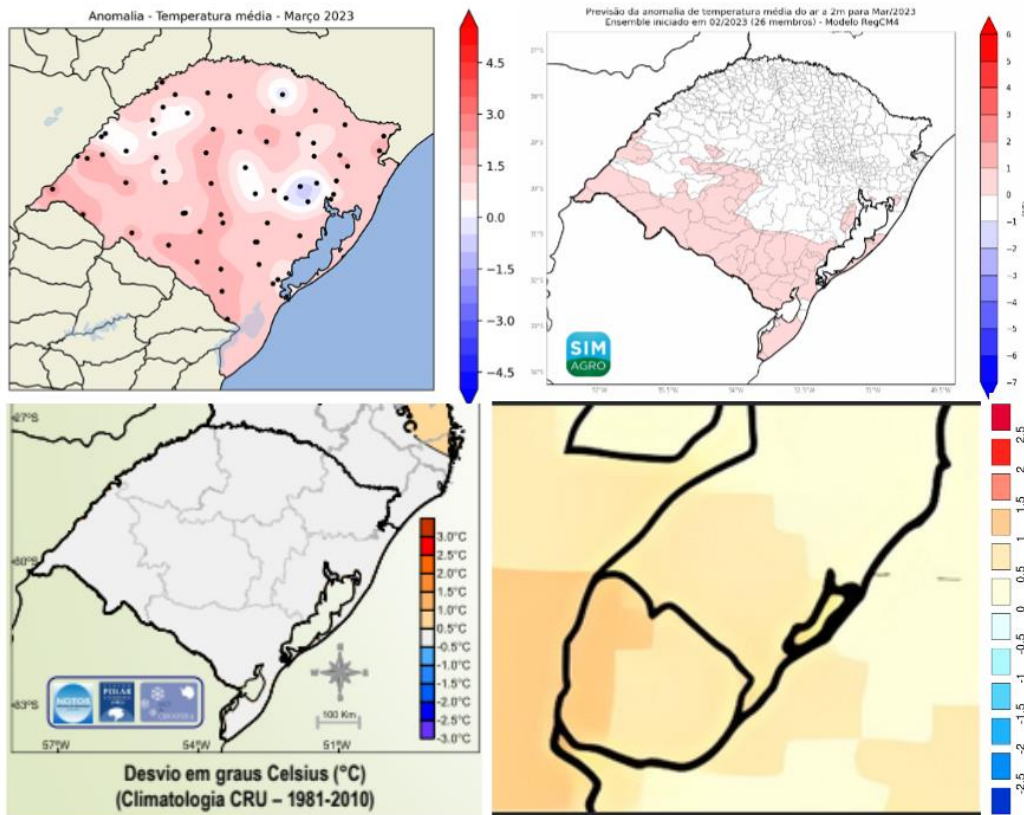


Figura 22 - Mesmo que a Figura 21, porém para anomalias de temperatura média do ar.