

# BOLETIM CLIMÁTICO

VERÃO 2016-17

(Início: 21/12/2016 às 08h 44min - Término: 20/03/2017 às 07h29min)

No Paraná, historicamente, esta estação é bastante chuvosa. Os sistemas frontais - frentes frias ou quentes - que se deslocam pelo Sul e o Sudeste do País normalmente trazem muita instabilidade às massas de ar e abastecem a atmosfera de umidade. Consequentemente, trazem as chuvas. Contudo, estes sistemas meteorológicos não são os únicos provedores das chuvas para as diferentes regiões paranaenses. Há os aglomerados de nuvens que, dependendo de suas dimensões e organização, podem causar chuvas rápidas, por vezes acompanhadas de rajadas de ventos fortes e muitos raios. As nuvens podem se formar a partir da influência local (relevo, aquecimento e ventos locais, etc) bem como fazer parte de uma instabilidade atmosférica organizada em escala mais abrangente, que pode se estender além dos limites do estado.

## **DADOS OBSERVADOS**

***Principais eventos meteorológicos registrados em outubro, novembro e dezembro (primeira quinzena)***

### **OUTUBRO**

O mês de outubro foi marcado pela ação de muitas linhas de instabilidade e por inúmeros aglomerados de nuvens que se desenvolveram preferencialmente no período diurno. Logo no início do mês, dia 03, uma *linha de instabilidade* percorreu todo o estado de oeste para leste. As instabilidades se prolongaram até o dia 06 quando foram registrados granizos entre a Região Metropolitana de Curitiba e o Litoral. No dia 10 o tempo permaneceu estável e uma massa de ar frio causou declínio das temperaturas, com destaque para os 5,0°C registrados na estação meteorológica de General Carneiro. No dia 12 uma forte *linha de instabilidade* percorreu todo o estado acompanhada por grande concentração de raios. No dia 13 a atmosfera se manteve instável, as chuvas foram isoladas e de fraca intensidade. No dia 15 áreas de instabilidade que se organizaram no Paraguai atingiram o sudoeste e o oeste do Paraná provocando pancadas de chuvas fortes com grande concentração de raios. No dia 17 chegou ao Paraná uma *primeira frente fria*. O eixo deste sistema frontal oscilou entre o Paraná e os estados vizinhos de São Paulo e Santa Catarina até o dia 19. Após o deslocamento da frente fria a massa de ar que predominou sobre os estados ainda ficou bastante instável e entre os dias 20 a 26 pequenos aglomerados de nuvens provocaram chuvas localizadas em todas as regiões. No dia 27 uma *segunda frente fria* passou rapidamente pelo estado; foi de deslocamento muito rápido e de fraca intensidade. Finalmente a atmosfera se manteve estável por três dias consecutivos, 28, 29 e 30. No dia 31, à noite, pequenas áreas de instabilidade se deslocaram do Paraguai e do Mato Grosso do Sul atingindo o oeste, noroeste e parte do centro-oeste. Conforme descritos os sistemas meteorológicos que predominaram neste mês provocaram volumes significativos de chuvas em alguns setores ultrapassando a média em vários pontos. Os totais de chuva acumulados e os desvios em relação à média podem ser conferidos na Fig. 1.

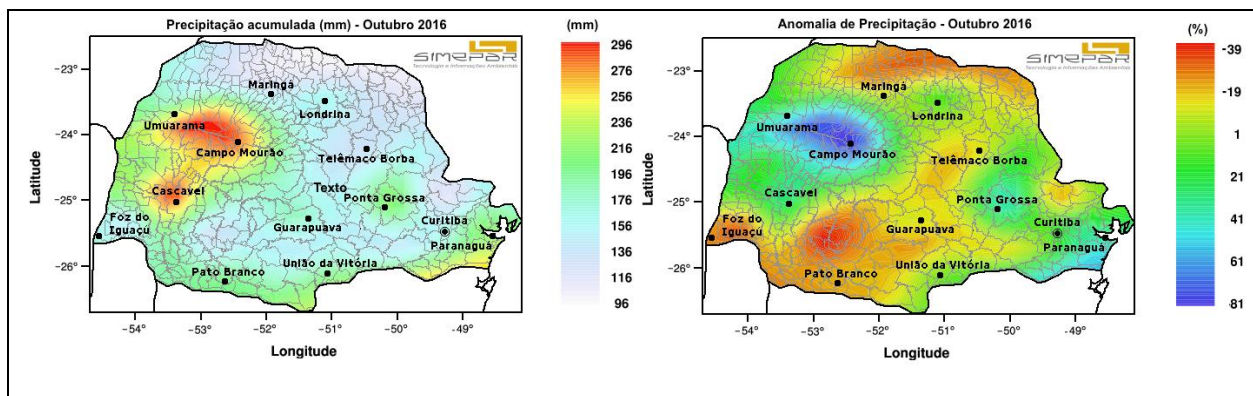


Fig 1\_a – Precipitação acumulada

b – Desvio em relação à média

## NOVEMBRO

O mês de novembro também apresentou uma sequência considerável de dias com a presença de aglomerados de nuvens e linhas de instabilidade de diferentes tamanhos e intensidades. Foram três frentes frias que passaram rapidamente pelo Paraná. No dia 02 a *primeira frente fria* não causou chuvas fortes, mas trouxe precipitações (fracas) para todas as regiões paranaenses. No dia 03 o céu permaneceu encoberto e chuviscos foram observados entre a Região Metropolitana e o Litoral. A atmosfera se manteve estável até o dia 06, com pouca nebulosidade. No dia 07 os núcleos de nebulosidade causaram chuvas isoladas. No dia 08 pequenas linhas de instabilidade se formaram entre o Mato Grosso do Sul e o Paraguai e se deslocaram de noroeste para sudeste. No dia 09 uma linha de instabilidade causou chuvas fortes, acompanhadas de rajadas fortes de ventos, entre o sudeste e o oeste paranaense. Dia 11 a segunda frente fria passou rapidamente e as chuvas foram fracas. No dia 15 uma nova linha de instabilidade atuou entre o oeste e o sudoeste novamente e causou chuvas fortes em pequenas áreas. No dia 16 mais outra linha atingiu a Região Metropolitana de Curitiba, houve registros de trovoadas e granizos. No dia 25 as temperaturas e a umidade aumentaram muito sobre o Paraguai em relação às áreas vizinhas, contribuindo para o aumento dos índices de instabilidade atmosféricos. Estes índices elevados possibilitaram a geração de uma linha de instabilidade, no início da manhã, na região da fronteira oeste do Paraná com o Paraguai e o nordeste da Argentina. A linha se desenvolveu e se deslocou de sudoeste para nordeste e percorreu praticamente todo o PR, exceto o litoral. Causou temporais entre o oeste e o centro do estado e inundações urbanas devido à grande concentração de chuvas em curto intervalo de tempo. No dia 26 as chuvas ficaram concentradas no norte. Foram fortes. Em Nova Londrina foram observados muitos estragos na área urbana devidos às fortes chuvas e ventos. No dia 27 foi a vez da *terceira frente fria* passar pelo estado. Foi antecedida pela formação de inúmeros aglomerados de nuvens que causaram chuvas localizadas. Durante o deslocamento do eixo da frente fria as chuvas foram fracas nas diversas regiões paranaenses. No dia 28 nuvens baixas predominaram sobre o estado e chuviscos e chuvas leves ainda foram observadas. Apesar do elevado número de dias em que houve a presença de nebulosidade, o volume de chuvas neste mês foi inferior ao do mês anterior. Exceto nas regiões de Cascavel e na do Vale do Ribeira onde os totais de precipitação acumulados mensais ficaram abaixo da média conforme apresentado na Fig 2.

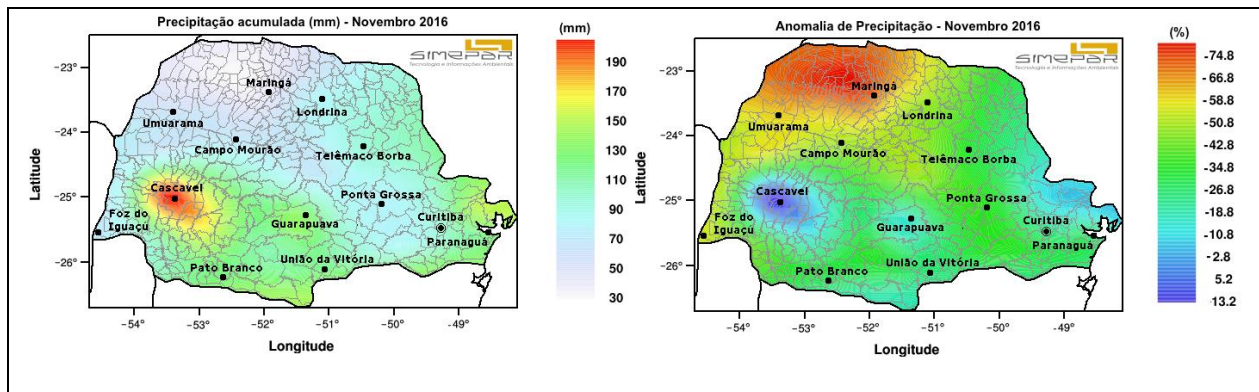


Fig 2\_a – Precipitação acumulada

b – Desvio em relação à média

## DEZEMBRO

Na *primeira quinzena* de dezembro, a exemplo de outubro, as linhas de instabilidade e os aglomerados de nuvens foram predominantes no Paraná. O escoamento dos ventos médios predominantes sobre uma grande área entre o Centro-Oeste e o Sudeste do Brasil, Bolívia e o Paraguai transportaram calor e umidade em direção aos estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul. Estes elementos meteorológicos - umidade e temperatura - distribuídos próximos à superfície até aproximadamente 3.000 metros de altura, contribuíram positivamente para a geração das *linhas de instabilidade* e dos temporais localizados que registramos. Em todos os dias desta primeira quinzena, pelo menos três das nossas estações meteorológicas automáticas registraram valores máximos de intensidade dos ventos de moderada a forte. Como os aglomerados e as linhas apresentaram distribuição bastante heterogêneas, não existe uma região preferencial de atuação, porém podemos afirmar que apenas no leste eles foram mais fracos. No dia 14 as áreas instáveis ainda provocaram núcleos isolados de chuvas, mas à noite se deslocaram em direção a São Paulo e ao Mato Grosso do Sul. No dia 15 uma massa de ar frio se estabeleceu sobre o extremo-sul do País e causou declínio das temperaturas. No Paraná a temperatura mínima na manhã do dia 15 foi de 8,3°C em General Carneiro. Na Fig 3 apresentam-se os mapas da chuva acumulada nos primeiros quinze dias deste mês e o desvio em relação à média mensal. Percebe-se que esta primeira quinzena foi pouco chuvosa.

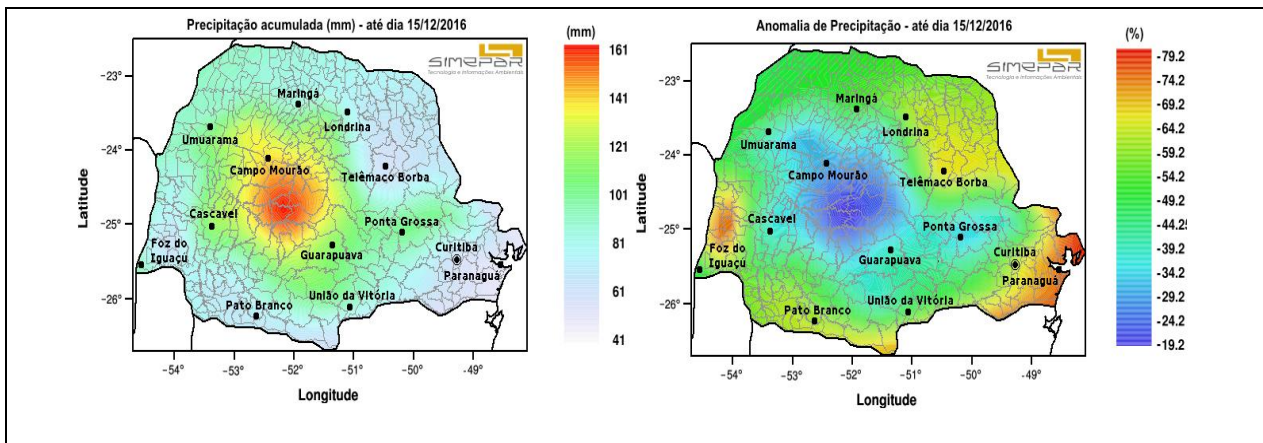


Fig 3\_a – Precipitação acumulada

b – Desvio em relação à média

### Temperaturas

Em relação às médias das temperaturas máximas apresentamos um comparativo para oito regiões do estado entre as temperaturas máximas médias para o período, o verão mais quente e o verão deste ano (jan-fev-mar 2016).

Para a Capital e Região Metropolitana o verão mais quente foi o de 2012. Em fevereiro a temperatura máxima média atingiu 30,7°C. No ano passado as temperaturas máximas médias ficaram acima da média para o período (1998 - 2016), porém bem abaixo do que foi registrado em 2012 conforme Fig 4.

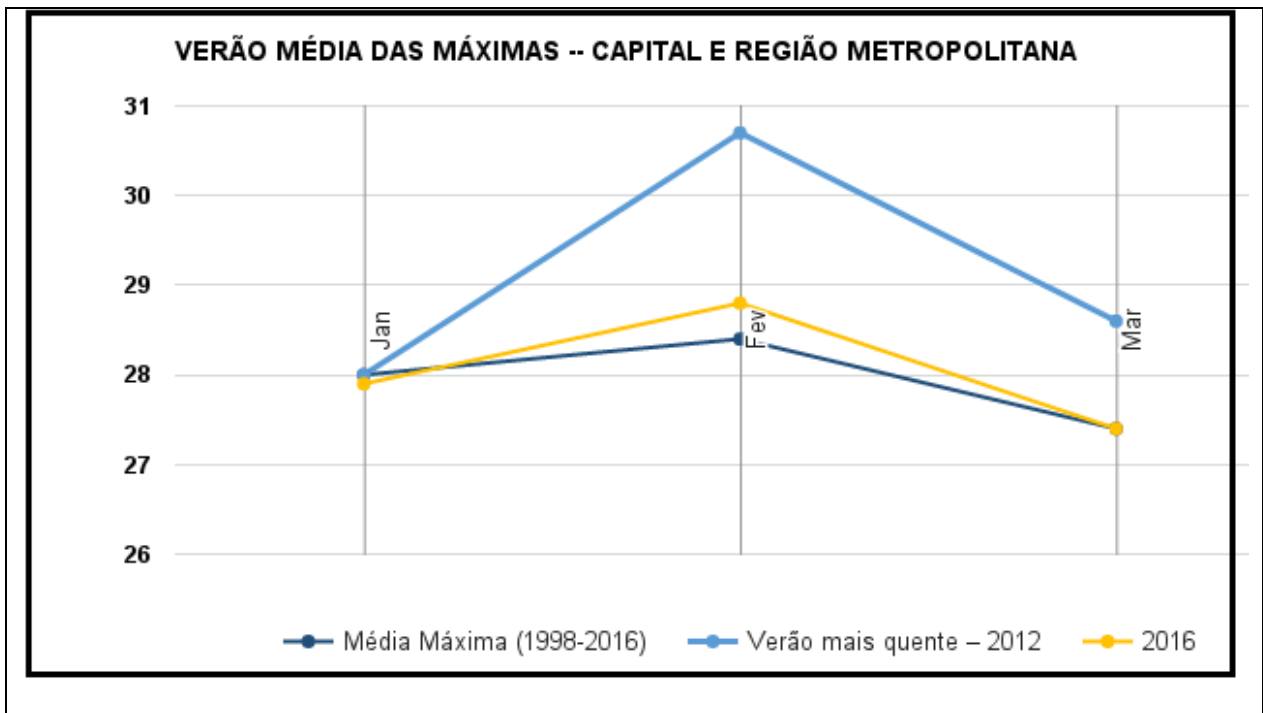


Fig 4 – Temperaturas máximas médias (°C) – Capital e Região Metropolitana

No Litoral os primeiros três meses deste ano apresentaram médias de temperaturas máximas superiores às médias do período (1998-2016). Nos dois primeiros meses - janeiro e fevereiro - os valores médios das máximas foram extremamente elevados: 32,8°C e 32,6°C respectivamente conforme Fig 5.

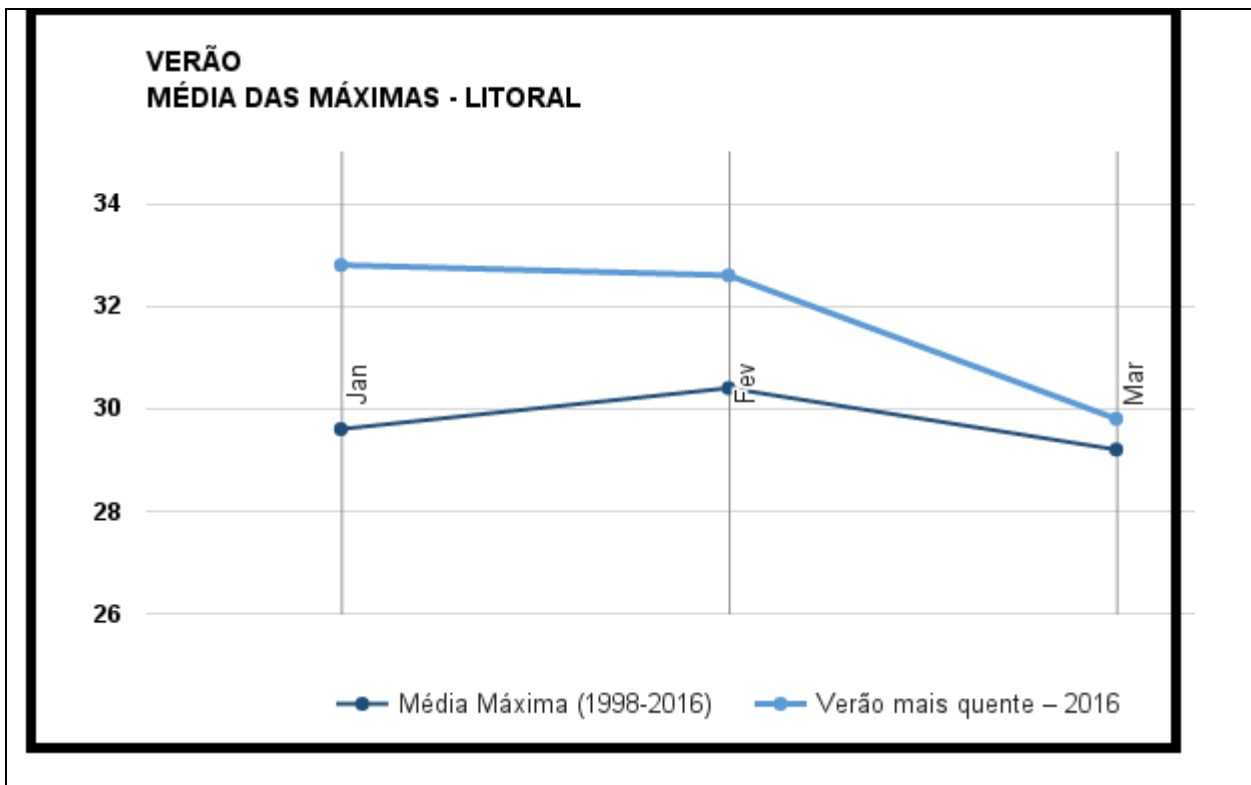


Fig 5 – Temperaturas máximas médias (°C) – Litoral

Na região central nos meses de verão o ano mais quente no período (1998-2016) foi o de 1999. Nos três meses iniciais deste ano as temperaturas ficaram ligeiramente acima da média, mas ainda abaixo do que foi registrado em 1999 conforme Fig 6.

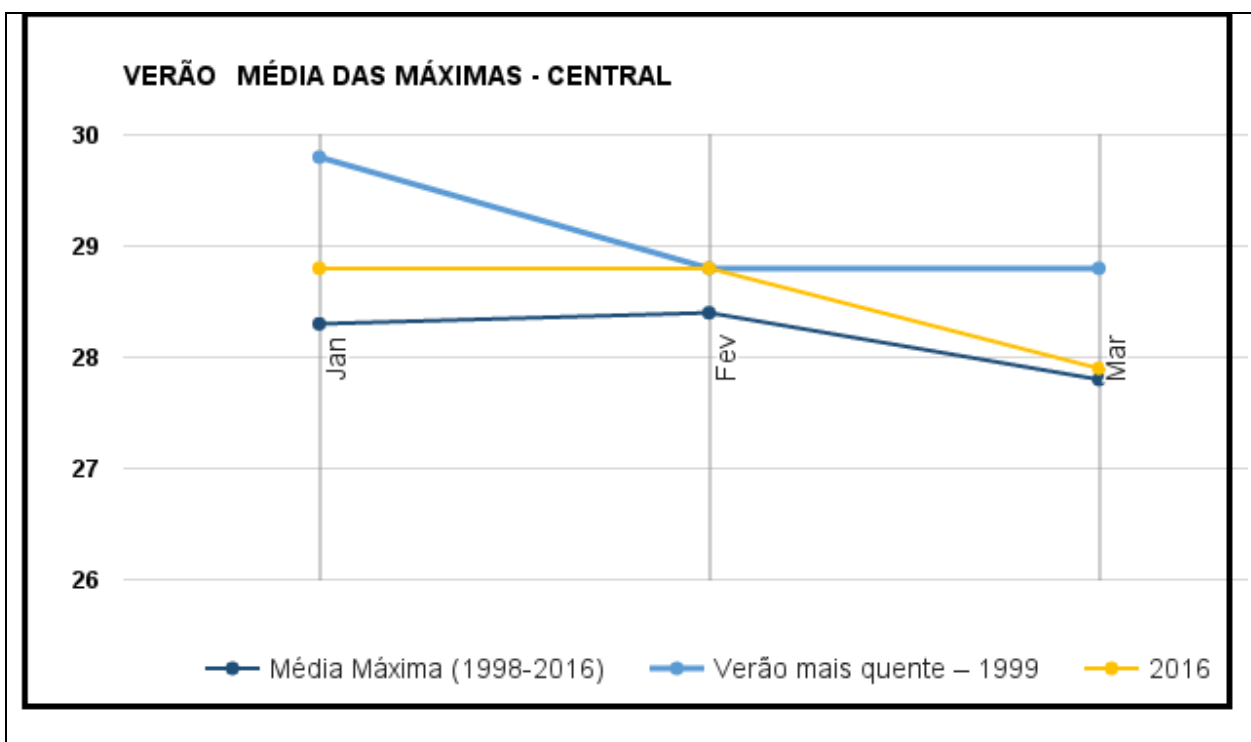


Fig 6 – Temperaturas máximas médias (°C) – Central

No norte, conforme Fig 7, o verão mais quente no período (1998-2016) foi o de 2014. Neste ano março apresentou uma temperatura média máxima ligeiramente superior à média do período e à de 2014.

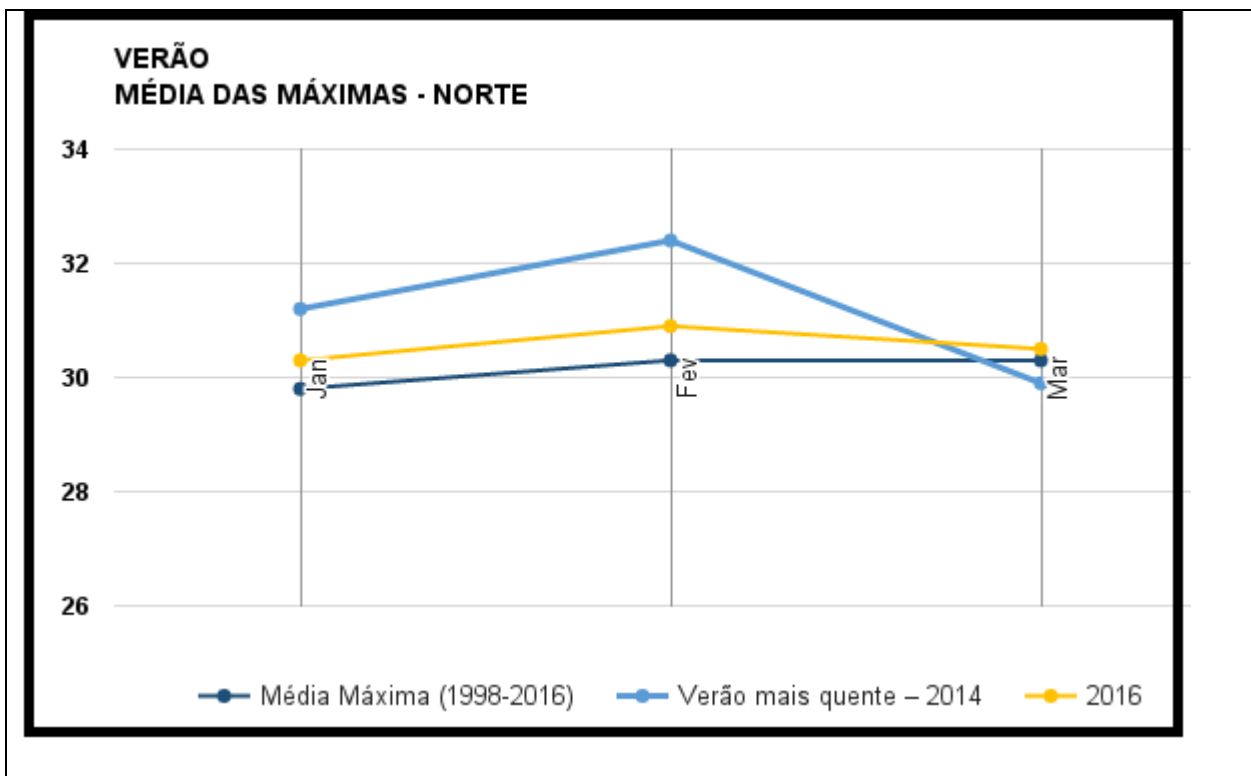


Fig 7 – Temperaturas máximas médias (°C) – Norte

No noroeste o verão mais quente no período (1998-2016) foi o de 2012. Destaque para fevereiro de 2012 quando os valores médios das temperaturas máximas atingiram os 33,4°C! Nos três meses iniciais deste ano praticamente acompanharam a média do período conforme Fig 8.

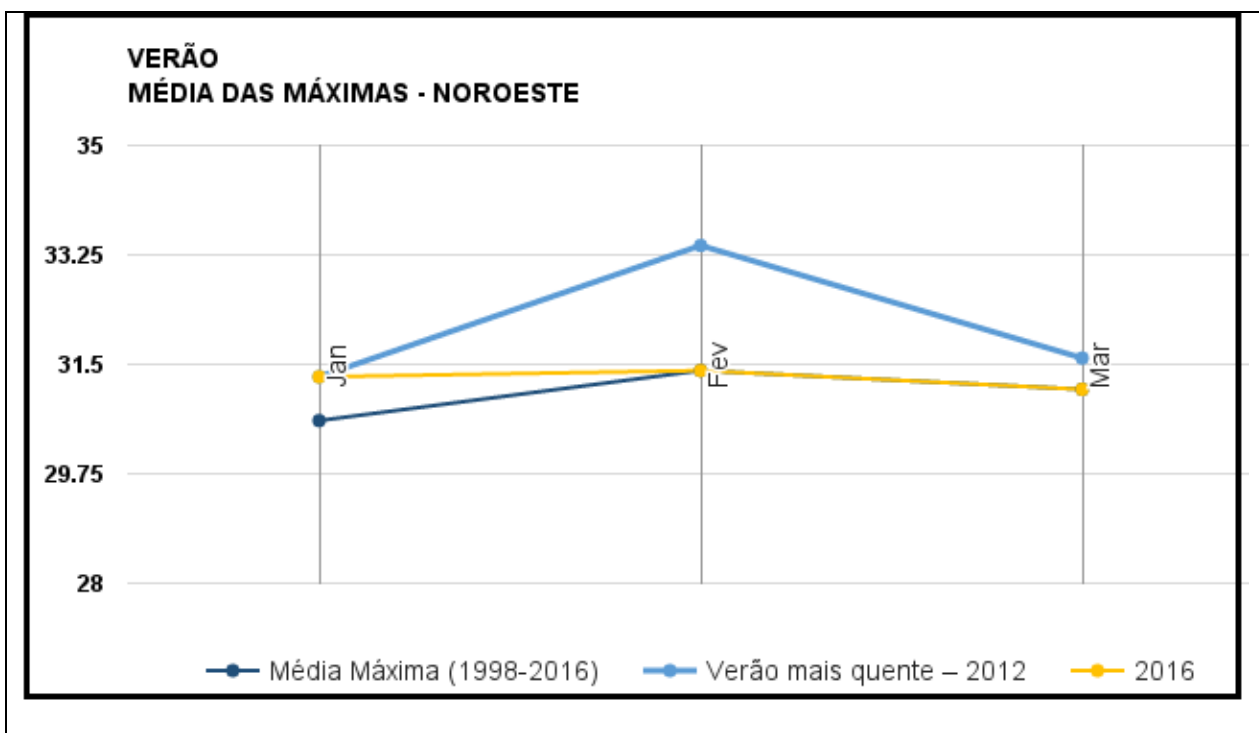


Fig 8 – Temperaturas máximas médias (°C) – Noroeste

No oeste, conforme Fig 9, as temperaturas máximas de janeiro deste ano ficaram ligeiramente acima da média de 2012. Porém, em fevereiro e março já se posicionaram abaixo das outras médias analisadas. O destaque destes elevados valores médios é para os 34,3°C alcançados em fevereiro de 2012. Em fevereiro deste ano a temperatura média máxima ficou nos 32,1°C.

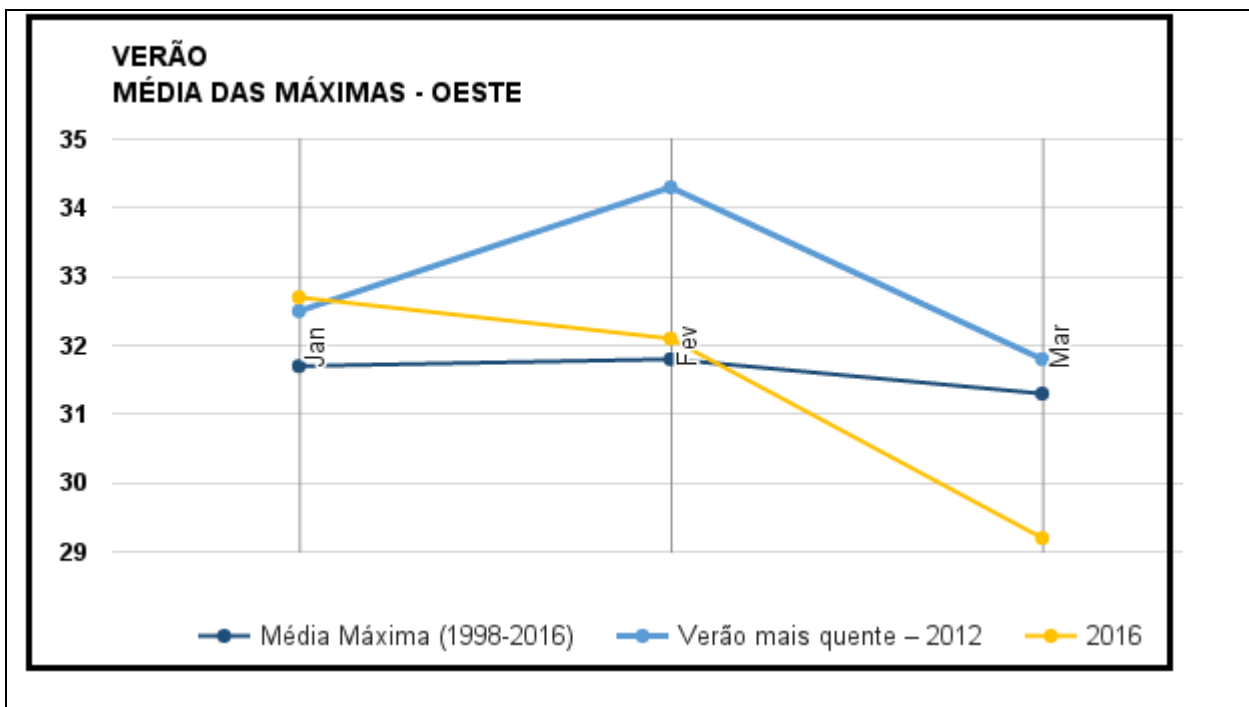


Fig 9 – Temperaturas máximas médias (°C) – Oeste

No sul as temperaturas médias das temperaturas máximas do verão mais quente foi a do ano de 2003. Nos primeiros meses deste ano, em janeiro e fevereiro, os valores foram ligeiramente superiores à média, porém, em março, a média já ficou abaixo das outras duas médias analisadas conforme Fig 10.

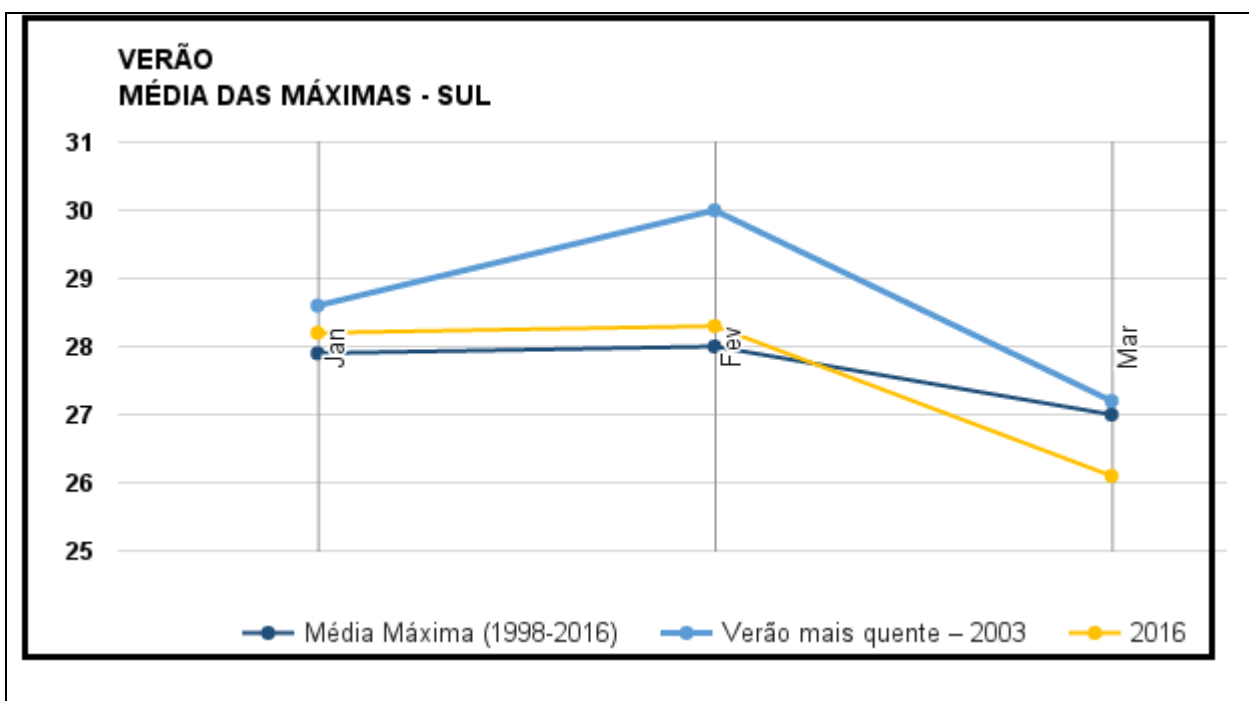


Fig 10 – Temperaturas máximas médias (°C) – Sul

No sudoeste o janeiro deste ano apresentou registros de temperaturas máximas médias bem elevados, 31,9°C. Já fevereiro deste ano (30,6°C) foi ultrapassado pelos valores de 2005 (32,4°C). Em março (28,3°C) os registros ficaram bem abaixo das outras duas médias conforme Fig 11.

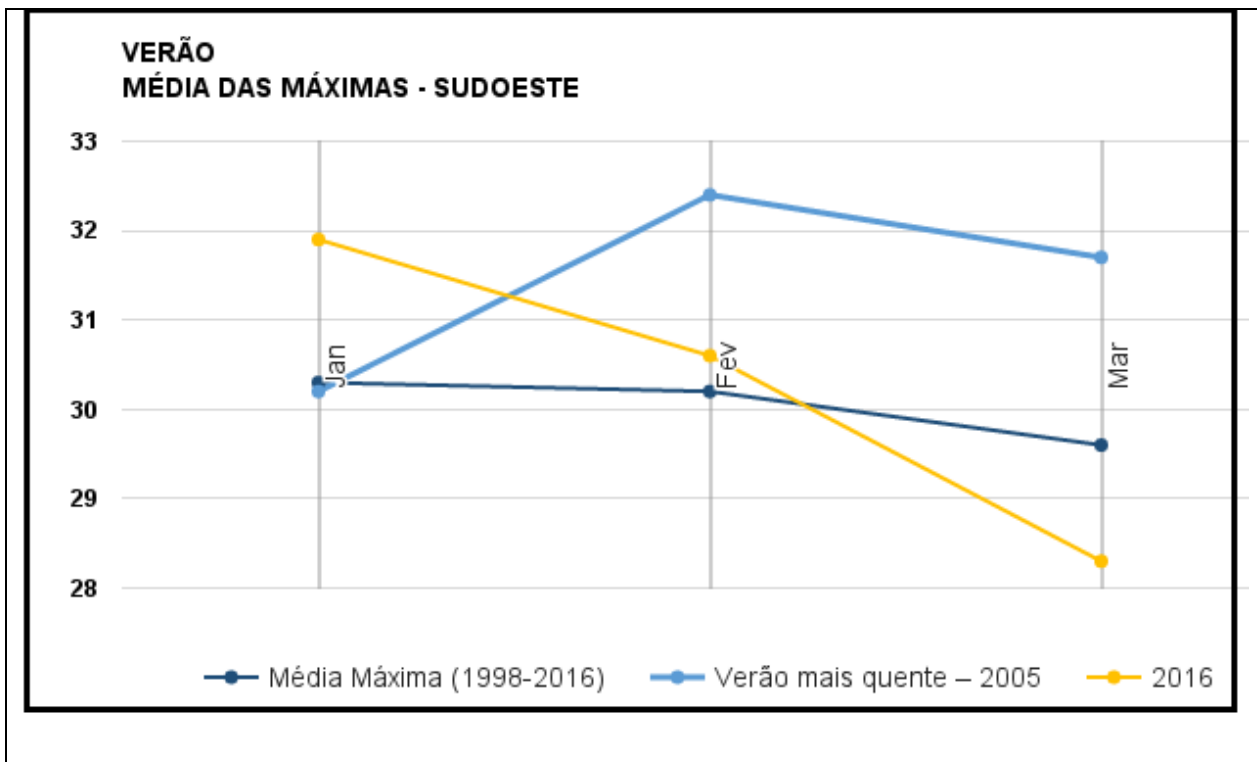


Fig 11 – Temperaturas máximas médias (°C) – Sudoeste

## Monitoramento de El Niño

### Introdução

A conexão entre os oceanos e a atmosfera traz impactos diretos sobre o tempo e o clima em diferentes pontos do planeta. O El Niño Oscilação Sul, ENOS, é a projeção do conjunto El Niño ou La Niña a partir das Temperaturas da Superfície do Mar (TSM) observadas ao longo do Oceano Pacífico Equatorial. O ENOS fornece então umidade em determinados setores ao mesmo tempo em que diminui a quantidade em outras, ou seja, o que acontece num determinado setor do Oceano Pacífico Equatorial pode afetar o tempo ou clima em diferentes partes do planeta.

### El Niño / La Niña

O Centro de Previsões Climáticas/NCEP/NWS da Administração Nacional Oceânica Atmosférica – NOAA divulgou no último dia 08/12/2016 um diagnóstico das condições do El Niño/Niña que reproduzimos aqui.

A Fig. 12 mostra as áreas de monitoramento citados.



## Áreas de monitoramento do El Niño

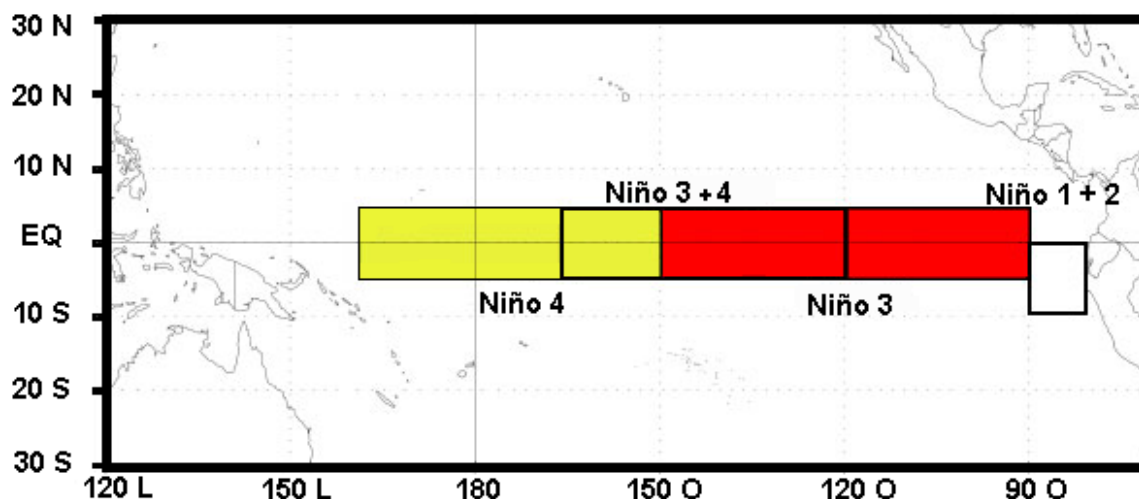


Fig 12 – Áreas de monitoramento do El Niño

Durante o mês de novembro as condições de La Niña persistiram, com anomalias negativas nas Temperaturas da Superfície do Mar e em grande parte do leste e central do Oceano Pacífico Equatorial (Fig. 13). Os índices de El Niño permaneceram negativos durante o mês de novembro exceto na região do Niño 1 + 2 que apresentaram anomalias de TSM próximas à média no extremo leste do Oceano Pacífico até o final do mês (fig. 14). Adicionalmente, o conteúdo calórico nos níveis superiores do Oceano permaneceu abaixo da média (Fig. 15) associado a temperaturas mais frias em águas profundas (fig. 16). No entanto este enfraquecimento diminuiu um pouco durante o mês. A convecção foi suprimida sobre o Pacífico Tropical Central e foi mais forte sobre a Indonésia (Fig. 17). Os ventos de leste nas camadas próximas à superfície permaneceram fortes no Pacífico Tropical Oeste e Central e os ventos de oeste nos níveis superiores predominaram sobre o Oceano Pacífico Tropical. Entretanto estes sinais ficaram “camuflados” pela atividade intraestacional. Em geral, o sistema combinado oceano – atmosfera durante o mês de novembro mostrou a *continuidade da condição de La Niña fraca*.

Os valores médios dos multimodelos favorecem a condição de La Niña (média dos 3 meses do índice do El Niño 3-4 menor ou igual a  $-0,5^{\circ}\text{C}$ ) persistindo durante o período dezembro de 2016 a fevereiro de 2017 (Fig. 18). Dadas as condições atuais juntamente com os prognósticos dos modelos, *o consenso dos prognósticos favorece a continuidade das condições de La Niña fraca durante o período de dezembro de 2016 a fevereiro de 2017. Resumindo, condições de La Niña estão presentes e projetam uma transição de neutralidade durante o período de janeiro a março (JFM) de 2017.*

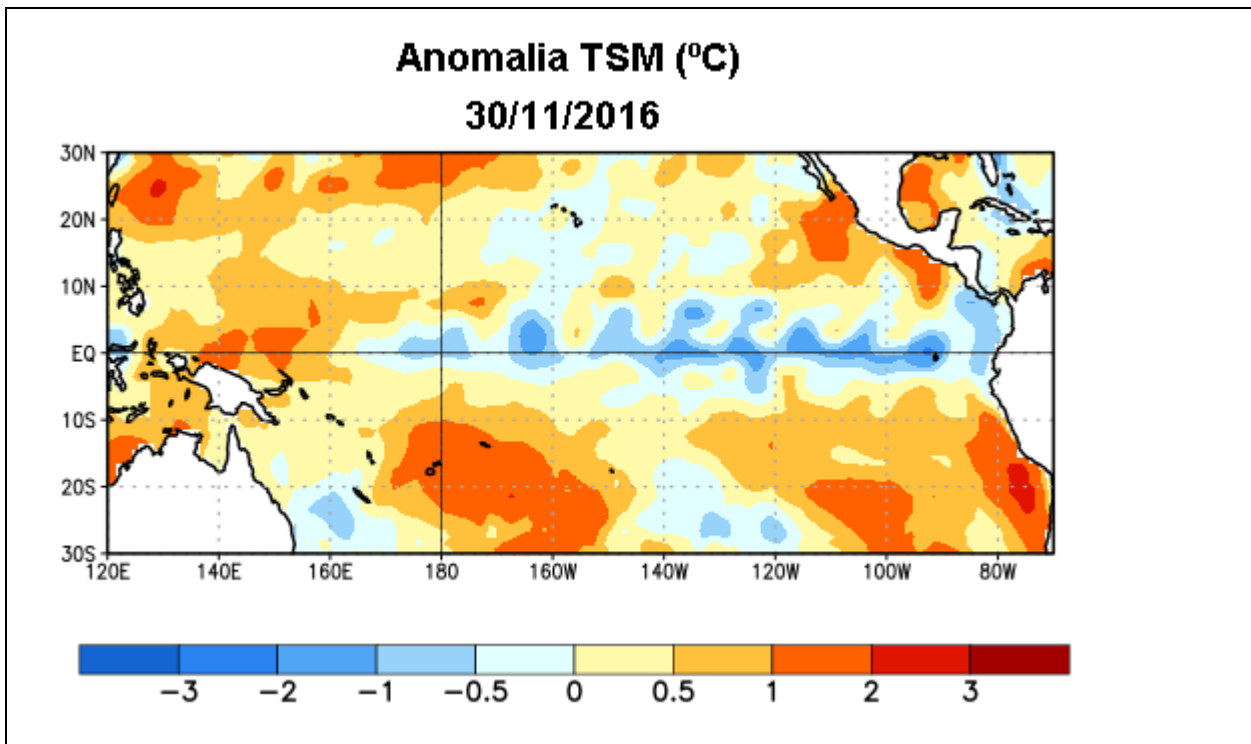


Fig 13 – Anomalias (°C) médias da Temperatura da Superfície do Oceano (TSM) para a semana centrada em 30 de novembro de 2016. As anomalias são calculadas utilizando como referência base dos períodos médios semanais de 1981 – 2010.

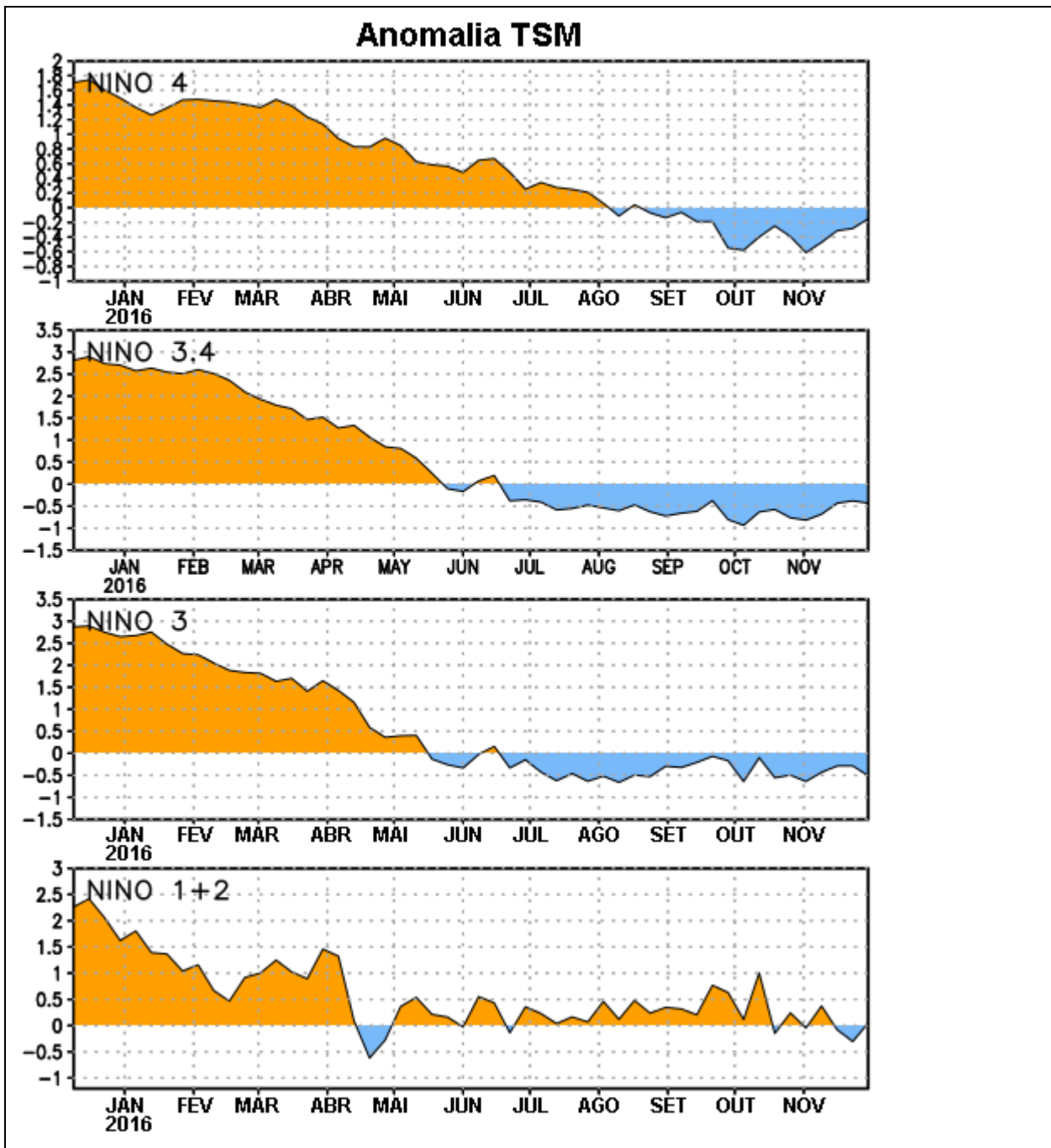


Fig 14 – Série Temporal das anomalias da TSM ( $^{\circ}\text{C}$ ) em uma área [Niño-1+2 ( $0^{\circ}$ - $10^{\circ}\text{S}$ ,  $90^{\circ}\text{O}$ - $80^{\circ}\text{O}$ ), Niño 3 ( $5^{\circ}\text{N}$ - $5^{\circ}\text{S}$ ,  $150^{\circ}\text{O}$ - $90^{\circ}\text{O}$ ), Niño-3.4 ( $5^{\circ}\text{N}$ - $5^{\circ}\text{S}$ ,  $170^{\circ}\text{O}$ - $120^{\circ}\text{O}$ ), Niño-4 ( $150^{\circ}\text{O}$ - $160^{\circ}\text{L}$  e  $5^{\circ}\text{N}$ - $5^{\circ}\text{S}$ )]. As anomalias de TSM são variações dos períodos médios com base em 1981 – 2010.

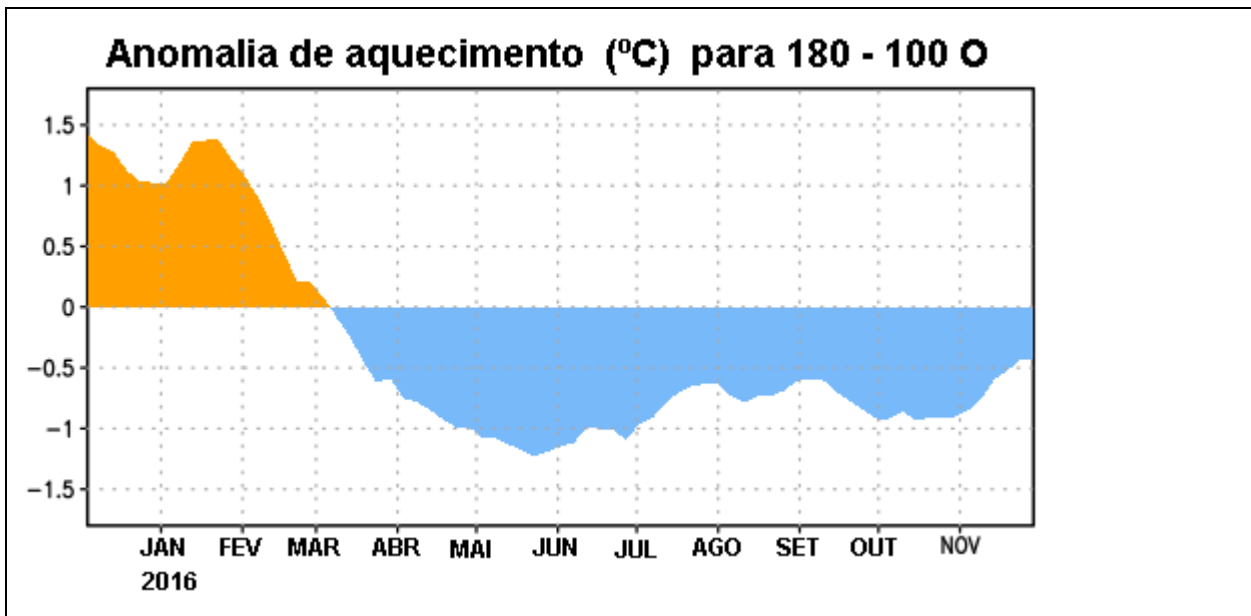


Fig 15 – Anomalia do conteúdo calórico (°C) em uma área média do Pacífico Equatorial (5°N-5°S, 180°-100°O). As anomalias no conteúdo calórico são calculadas com desvios das pântadas médias do período base de 1981-2010.

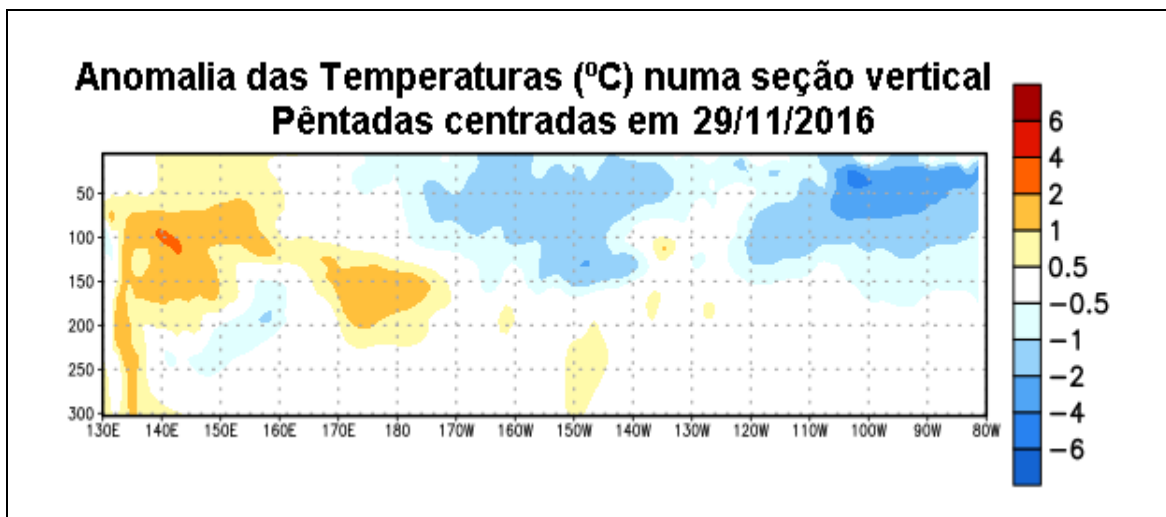


Fig 16 – Anomalias das temperaturas (°C) em uma seção transversal com profundidade (0 – 300 m), centrada na semana de 29 de novembro de 2016 em 5°N - 5°S. As anomalias são variações das pântadas médias do período base de 1981 – 2010.

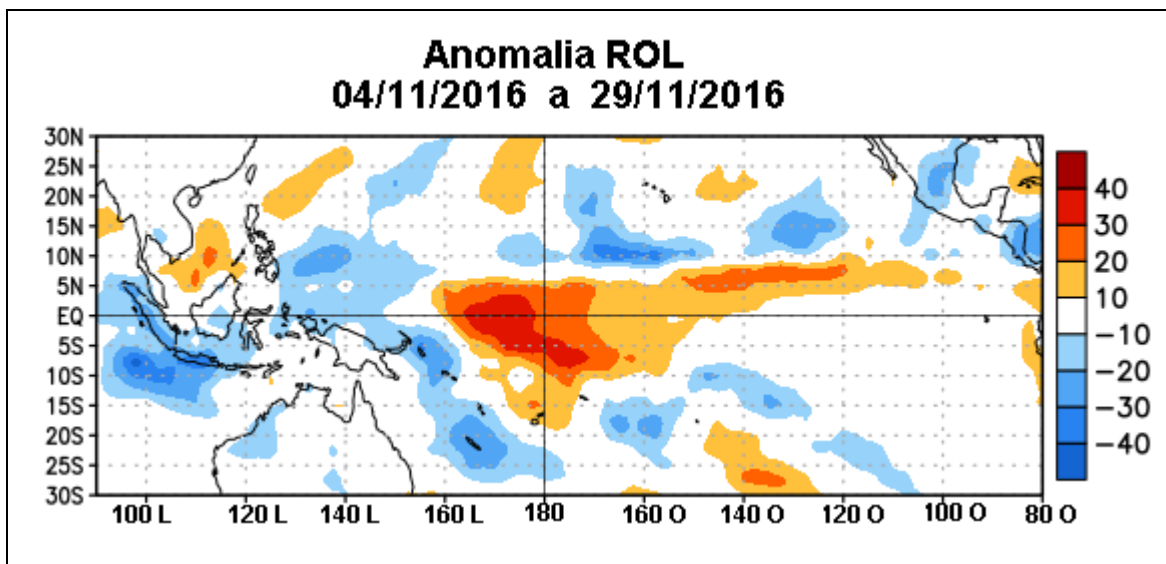


Fig 17 – Anomalias da Radiação de Onda Longa emitida (ROL) durante o período de 04/11 a 29/11 de 2016. As anomalias de ROL são calculadas pelas pêntricas médias do período base de 1981 – 2010.

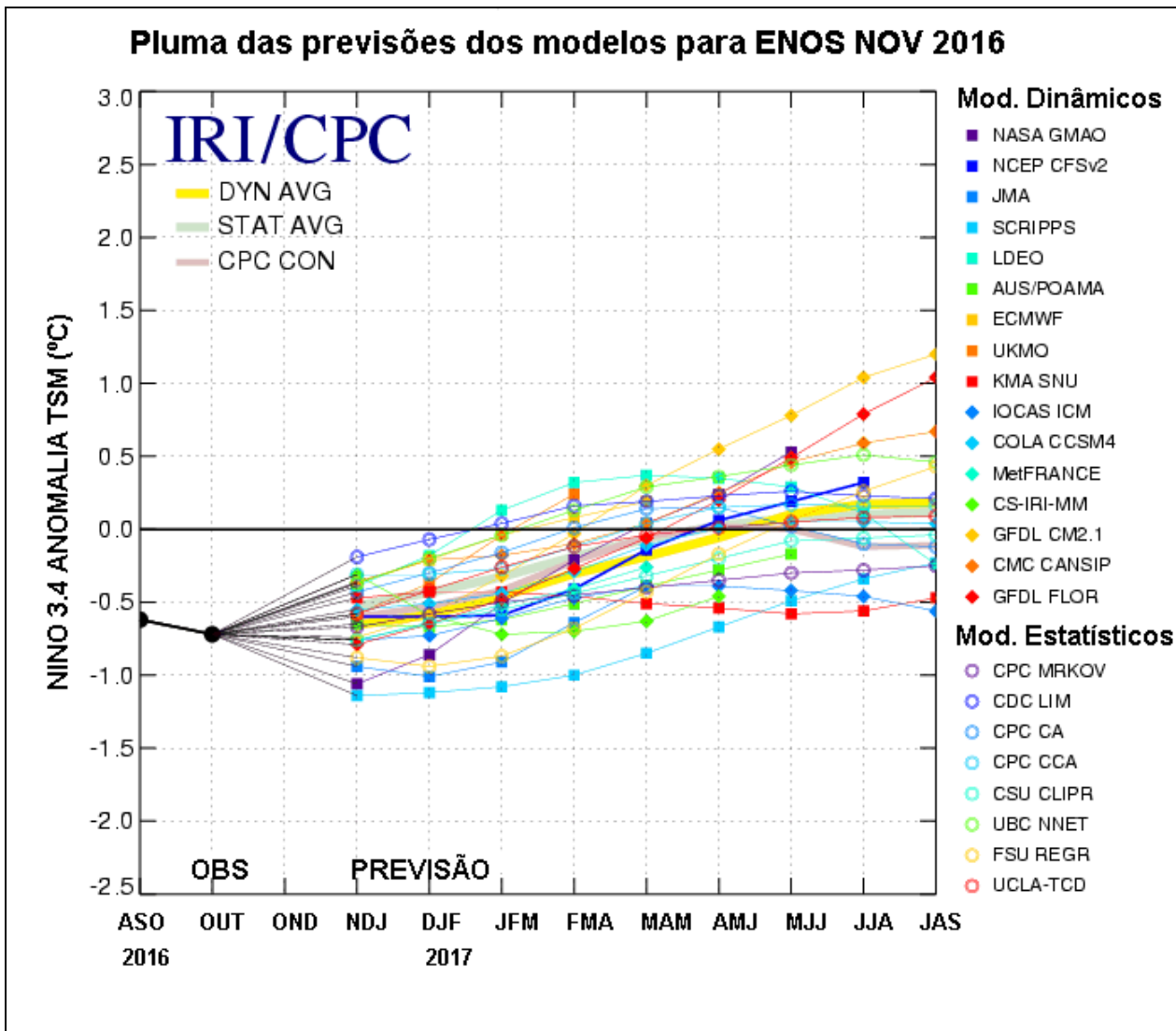


Fig 18. Prognósticos das anomalias da Temperatura da Superfície do Oceano (SST) para a região do El Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°W-170°W). Figura atualizada em 15 de novembro de 2016.

## Previsão para o trimestre janeiro-fevereiro-março de 2017

De acordo com a previsão probabilística disponibilizada pelo Instituto Nacional de Meteorologia INMET conforme Fig 19, em

[http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/prev\\_estocastica](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/prev_estocastica) observa-se uma grande variabilidade probabilística para os três estados do Sul. No Paraná as probabilidades variam, no setor leste, de ligeiramente abaixo da normal até acima do normal. No entanto estes percentuais não são significativos, ou seja, *distribuem-se em torno da condição média*: como descrevemos no início deste boletim no Paraná o verão é climatologicamente caracterizado por apresentar calor elevado, massas de ar que predominam neste período costumam ser instáveis e favorecem o desenvolvimento dos aglomerados de nuvens muitas vezes com potencial para a produção de temporais. É o período em que os acumulados das chuvas são altos.

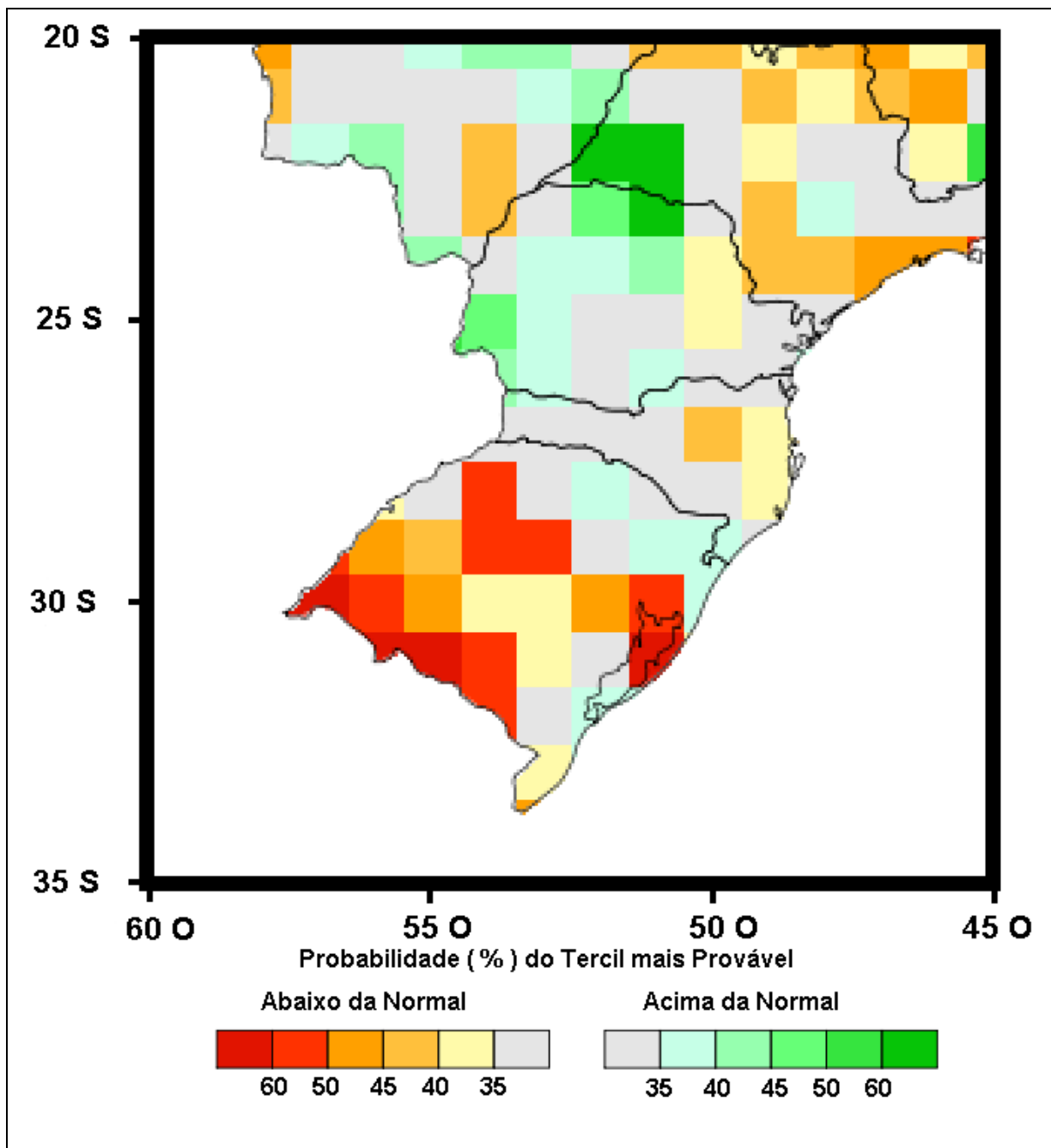


Fig 19 – Previsão de Probabilidade (%) de consenso