

BOLETIM AGROMETEOROLÓGICO ESPECIAL

Chuvas intensas de 2026 – São Paulo/Brasil

Orivaldo Brunini (FUNDAG); Antoniane Arantes de Oliveira Roque (CATI/SAA); Angélica Prela Pantano (IAC/APTA/SAA); Paulo Cesar Reco (APTA Regional/SAA); Elizandra C. Gomes (FUNDAG); Giselli A. Silva (FUNDAG); Ricardo Aguilera (FUNDAG); David Noortwick (FUNDAG); Andrew P. C. Brunini (FUNDAG); João P. de Carvalho (IAC/APTA); Marcelo Andriosi (FUNDAG); Romilson C. M. Yamamura (IAC/APTA)

A manutenção de uma rede oficial de estações meteorológicas, equipada com instrumentos padronizados segundo normas internacionais e distribuída de forma estratégica pelo território paulista, é fundamental para garantir a qualidade, a confiabilidade e a representatividade das informações agrometeorológicas. Os dados devidamente armazenados propiciam histórico de fenômenos meteorológicos e subsidiam o monitoramento das chuvas, a gestão dos riscos climáticos, o planejamento das atividades agropecuárias e a formulação de políticas públicas, contribuindo para a segurança produtiva e a sustentabilidade do setor agrícola no Estado de São Paulo.

Os dados aqui apresentados são parte da rede meteorológica da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA), coordenada pelo Centro de Informações Agrometeorológicas (Ciagro), conforme termo de parecer assinado entre SAA, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) – Instituto Agrônomo (IAC), Diretoria de Assistência Técnica Integral (CATI), e Fundação de Apoio A Pesquisa Agrícola (Fundag), sendo todas as informações disponibilizadas gratuitamente à população (<http://agroclimasp.ciiagro.org.br/>) e (<http://www.ciiagro.org.br/>).

Na **Figura 1** é apresentado um histórico de 136 anos de regime de precipitação. Embora o gráfico represente uma única estação meteorológica, o comportamento observado pode ser considerado um importante indicativo das condições pluviométricas do Estado de São Paulo, uma vez que a região de Campinas se insere em uma área de transição climática influenciada pelos principais sistemas atmosféricos que controlam as chuvas no território paulista. A série histórica evidencia a alternância de períodos mais úmidos e mais secos, frequentemente associada à ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña. De modo geral, observa-se que anos sob influência de El Niño tendem a apresentar maior frequência de totais pluviométricos acima da média, enquanto episódios de La Niña costumam estar relacionados a maiores oscilações e à ocorrência de anos mais secos em parte do estado. Entretanto, a variabilidade natural do clima paulista permanece elevada, indicando que a precipitação responde a uma combinação de fatores atmosféricos de escala regional e global, sem um padrão uniforme para todos os eventos de ENOS (El Niño-Oscilação Sul).

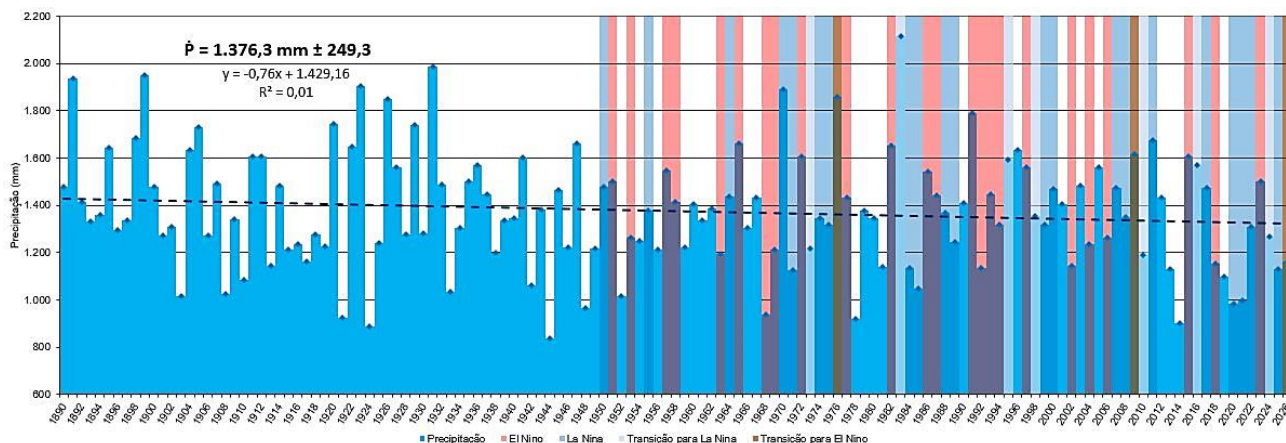


Figura 1 – Série histórica de precipitação em Campinas/SP, com ocorrência de eventos de ENOS.

A série histórica revela elevada variabilidade interanual da precipitação, característica marcante do clima paulista. A equação da linha de tendência ($y = -0,76x + 1.429,16$) sugere uma redução média de aproximadamente 0,76 mm por ano nos totais anuais de chuva ao longo do período analisado. Contudo, o coeficiente de determinação ($R^2 = 0,01$) indica que apenas cerca de 1% da variação observada é explicada por essa tendência linear, demonstrando que o sinal de redução é muito fraco quando comparado às oscilações naturais da série. Dessa forma, embora exista uma discreta tendência negativa, os resultados não apontam evidências robustas de diminuição consistente das chuvas em São Paulo, sendo mais evidente a predominância de ciclos alternados de anos secos e chuvosos, fortemente influenciados pela variabilidade climática e pelos episódios de El Niño e La Niña.

Para a caracterização da variabilidade interanual associada ao fenômeno ENSO, foi utilizada a série histórica do Relative Oceanic Niño Index (RONI) disponibilizada pelo Climate Prediction Center (CPC) da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). O RONI constitui o índice atualmente utilizado pelo CPC para o monitoramento do ENSO e é calculado a partir das anomalias da temperatura da superfície do mar na região do Niño 3.4, com a remoção da variabilidade associada à tendência de aquecimento de longo prazo.

A análise da série histórica de temperaturas em Campinas/SP (**Figura 2**) evidencia um sinal muito mais consistente de mudança climática do que aquele observado para a precipitação. As três variáveis analisadas (temperatura máxima, média e mínima) apresentam tendências positivas ao longo do período, indicando aquecimento generalizado. As equações de tendência mostram incrementos anuais de 0,018°C para a temperatura máxima, 0,019°C para a temperatura média e 0,020°C para a temperatura mínima, equivalentes a aumentos acumulados próximos de 1,8°C a 2,0°C em um século. Além disso, os coeficientes de determinação são relativamente elevados ($R^2 = 0,450$; 0,667; e 0,753, respectivamente), demonstrando que a tendência de aquecimento é estatisticamente consistente e explica parcela significativa da variabilidade temporal observada. Diferentemente da precipitação, cuja série apresentou comportamento essencialmente estacionário e fortemente influenciado pela variabilidade climática natural, a temperatura revela um padrão claro e persistente de elevação ao longo das décadas, compatível com os sinais identificados em estudos de mudanças climáticas para o Sudeste do Brasil.

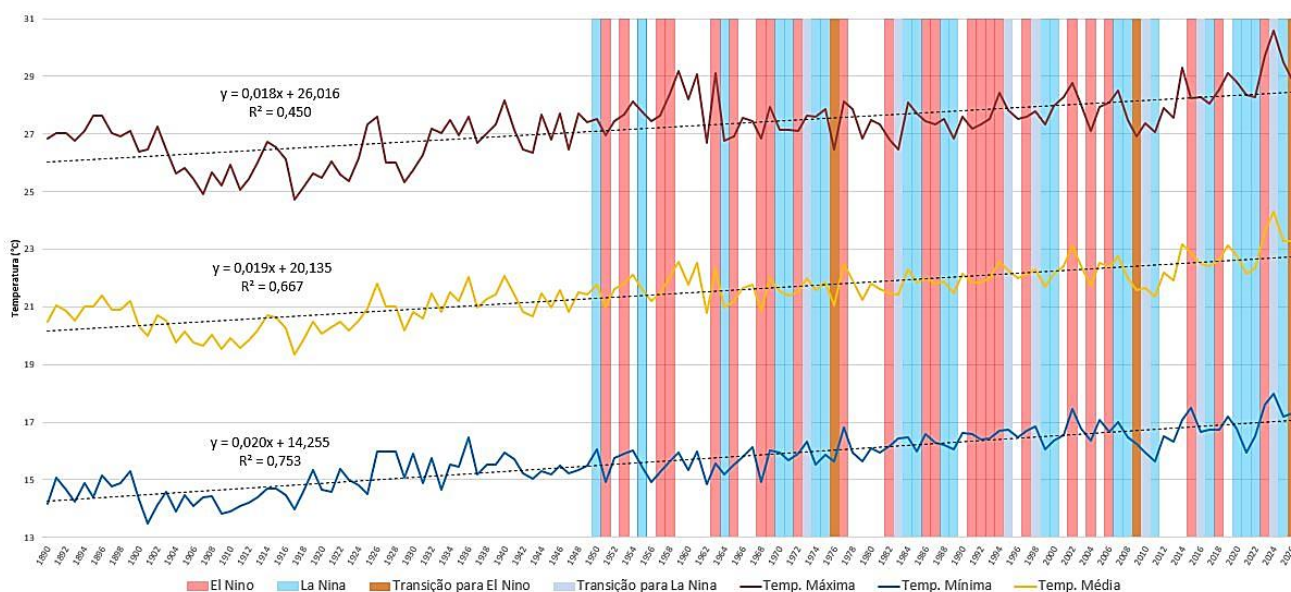


Figura 2 – Série histórica de temperatura média, máxima e mínima em Campinas/SP, com ocorrência de eventos de ENOS.

Destaca-se que a temperatura mínima apresenta a maior taxa de crescimento ($0,020^{\circ}\text{C}/\text{ano}$) e o maior coeficiente de determinação ($R^2 = 0,753$), evidenciando que as noites estão se tornando mais quentes em velocidade superior à observada para as temperaturas máximas diurnas. Esse comportamento é amplamente reconhecido como uma das principais assinaturas do aquecimento climático contemporâneo, refletindo a redução da amplitude térmica diária e o aumento da retenção de calor na atmosfera. Como consequência, tornam-se mais frequentes os eventos de noites quentes, a redução da ocorrência de temperaturas baixas e geadas, o aumento da demanda hídrica das culturas e a intensificação dos efeitos do estresse térmico sobre os sistemas produtivos. A distribuição dos períodos de El Niño e La Niña ao longo da série demonstra que tais fenômenos modulam as oscilações anuais das temperaturas, porém não alteram a direção da tendência de longo prazo, que permanece ascendente independentemente da fase do ENOS. Dessa forma, o conjunto das evidências apresentadas no gráfico reforça que o principal sinal climático observado para o Estado de São Paulo não é uma alteração significativa do regime de chuvas, mas sim um processo contínuo e robusto de elevação das temperaturas, com destaque para o aquecimento das temperaturas mínimas.

A análise da precipitação total acumulada no mês de setembro (**Figura 3**) revela um comportamento bastante distinto daquele observado para os totais anuais. Historicamente, setembro corresponde ao período de transição entre a estação seca e o início da estação chuvosa em âmbito paulista, sendo caracterizado por elevada variabilidade interanual e pela forte influência das condições oceânico-atmosféricas do Pacífico Equatorial. A série mostra anos com volumes próximos de zero e outros com totais superiores a 100 mm, refletindo a irregularidade típica do período. Entretanto, o dado mais marcante é que o acumulado registrado em 2026 ultrapassa todos os valores observados na série histórica, tornando-se a maior precipitação já registrada para o mês de setembro desde o início dos registros apresentados, superando inclusive eventos extremos observados nas décadas de 1920, 1940 e 1980.

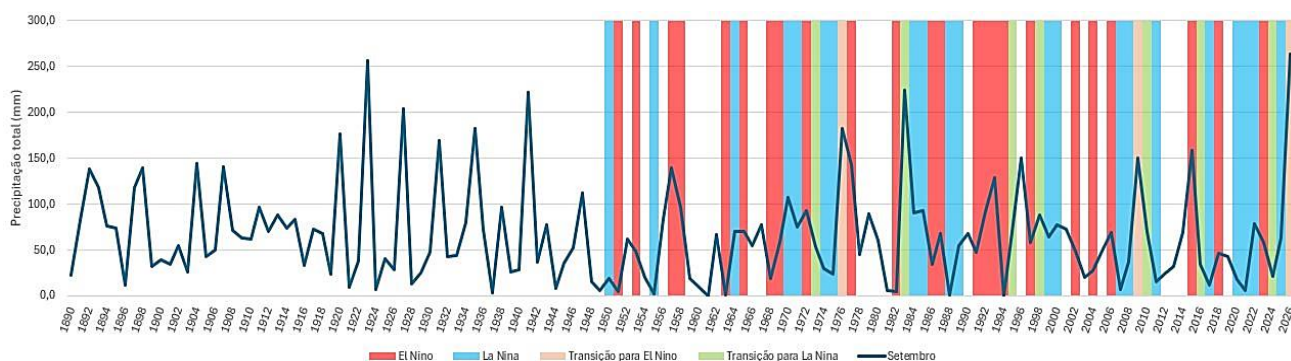


Figura 3 – Série histórica de precipitação total no mês de setembro em Campinas/SP, com ocorrência de eventos de ENOS.

Esse comportamento ocorre em um contexto de transição para um episódio de El Niño de forte intensidade, condição que tende a favorecer maior transporte de umidade e aumento da frequência de sistemas meteorológicos produtores de chuva sobre grande parte da Região Sul e do Sudeste do Brasil. Embora um único evento não possa ser interpretado isoladamente como evidência de mudança climática, o recorde histórico observado em setembro está alinhado com um cenário no qual eventos extremos de precipitação tendem a se tornar mais frequentes e mais intensos em uma atmosfera mais aquecida. A combinação entre temperaturas crescentes, maior capacidade de retenção de vapor d'água pela atmosfera e a atuação de um El Niño forte cria condições favoráveis para a ocorrência de

chuvas excepcionais, como a observada neste início da safra agrícola. Assim, o volume registrado em setembro de 2026 representa não apenas um marco histórico para a série analisada, mas também um importante sinal de alerta para o monitoramento dos impactos climáticos sobre a agricultura, os recursos hídricos e os eventos hidrometeorológicos extremos no Estado de São Paulo.

A análise do índice de seca SPI (*Standardized Precipitation Index* - Índice de Precipitação Padronizada) de 24 meses, contido nas **Figura 4**, revela que, apesar das chuvas expressivas registradas em setembro de 2026, a recuperação hídrica de longo prazo ainda é insuficiente para afastar totalmente as preocupações relacionadas ao armazenamento de água. Em Campinas, observa-se que o índice permaneceu em valores predominantemente negativos entre 2019 e 2024, caracterizando um período prolongado de déficit hídrico acumulado. Embora o SPI apresente recuperação recente e retorne para valores próximos da neutralidade em 2026, o comportamento da série demonstra que vários anos consecutivos de precipitações abaixo da climatologia produziram um passivo hídrico que não é eliminado por um único evento chuvoso, mesmo quando este assume proporções históricas. O gráfico evidencia uma melhora das condições de umidade em relação aos anos imediatamente anteriores, porém ainda distante dos patamares de excedente hídrico observados em períodos úmidos da série histórica.

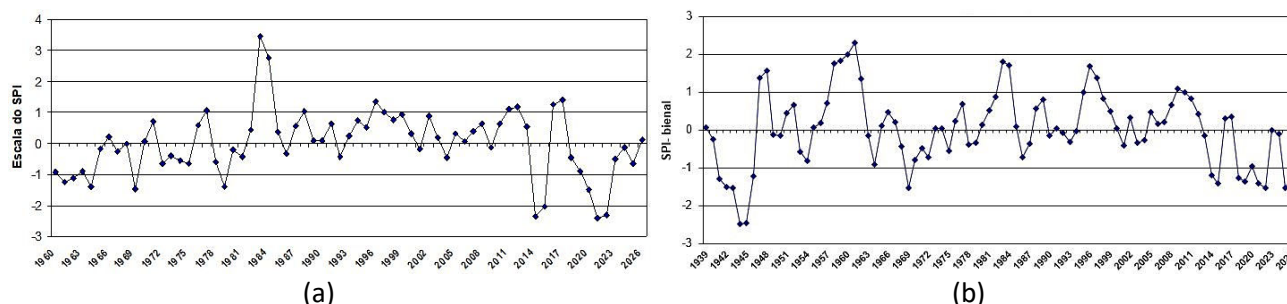


Figura 4 – Índice de seca SPI de 24 meses para o mês de setembro para os municípios de Campinas (a), e Vargem (b).

Em Vargem, município situado na área de influência direta das cabeceiras do Sistema Cantareira, o sinal é ainda mais preocupante. O SPI de 24 meses permanece negativo desde aproximadamente 2019, com diversos episódios classificados entre seca moderada e severa, indicando que a deficiência hídrica acumulada na região produtora de água continua presente. Mesmo com a recente elevação dos volumes pluviométricos, os valores observados em 2026 ainda não configuram uma recuperação consistente dos estoques hídricos de longo prazo. Esse comportamento é particularmente relevante porque o SPI de 24 meses reflete não apenas a chuva recente, mas a condição integrada das precipitações ao longo dos últimos dois anos, estando diretamente relacionado à recarga de aquíferos, vazões de base dos rios e níveis dos reservatórios.

Os dados de armazenamento reforçam essa interpretação. Apesar da significativa recuperação observada em setembro, o Sistema Cantareira opera atualmente com cerca de 40% de sua capacidade, nível superior ao do mesmo período de 2025, mas ainda distante das condições de conforto hídrico verificadas em anos hidrológicamente favoráveis. As chuvas excepcionais contribuíram para interromper o processo de queda e promover recuperação dos reservatórios, porém o armazenamento permanece em uma faixa que exige atenção e acompanhamento contínuo.

Dessa forma, os indicadores convergem para a conclusão de que as chuvas associadas à atual transição para um episódio forte de El Niño representam um importante alívio de curto prazo e reduzem o risco imediato de agravamento do abastecimento, mas

ainda não foram capazes de reverter completamente os déficits acumulados ao longo dos últimos anos. Tanto os valores do SPI em Campinas quanto em Vargem mostram que a recuperação hidrológica é um processo mais lento do que a resposta da precipitação mensal, exigindo a manutenção de volumes acima da média durante vários meses consecutivos para que as condições de disponibilidade hídrica retornem a um patamar efetivamente seguro para o abastecimento, a agricultura e os ecossistemas associados às bacias formadoras do Sistema Cantareira.

A análise da precipitação histórica de agosto apresentada na **Figura 5** reforça a interpretação apresentada pelos indicadores de seca de longo prazo. Embora a série evidencie elevada variabilidade natural, com alguns episódios excepcionais superiores a 100 mm e até mesmo um evento próximo de 170 mm na década de 1930, observa-se que a maior parte dos anos apresenta acumulados reduzidos, frequentemente inferiores a 40 mm, característica típica do período seco paulista. Nos últimos anos, especialmente entre 2019 e 2025, predominam totais modestos de precipitação em agosto, contribuindo para a manutenção dos déficits hídricos apontados pelos valores negativos do SPI de 24 meses.

Assim, mesmo que setembro de 2026 tenha apresentado chuvas extraordinárias e recordes históricos, essas precipitações sucedem uma sequência de meses e anos com armazenamento hídrico desfavorável. Ou seja, o comportamento de agosto demonstra que o déficit atualmente observado não resulta de um único período seco, mas de um processo acumulativo de vários anos com reposição insuficiente de água nos solos, aquíferos e reservatórios. Esse contexto ajuda a explicar por que os expressivos volumes registrados recentemente produziram rápida resposta nos rios e reservatórios, mas ainda não foram suficientes para restabelecer plenamente a segurança hídrica regional, condição também refletida pelos índices SPI ainda próximos ou abaixo da normalidade em Campinas e, principalmente, em Vargem.

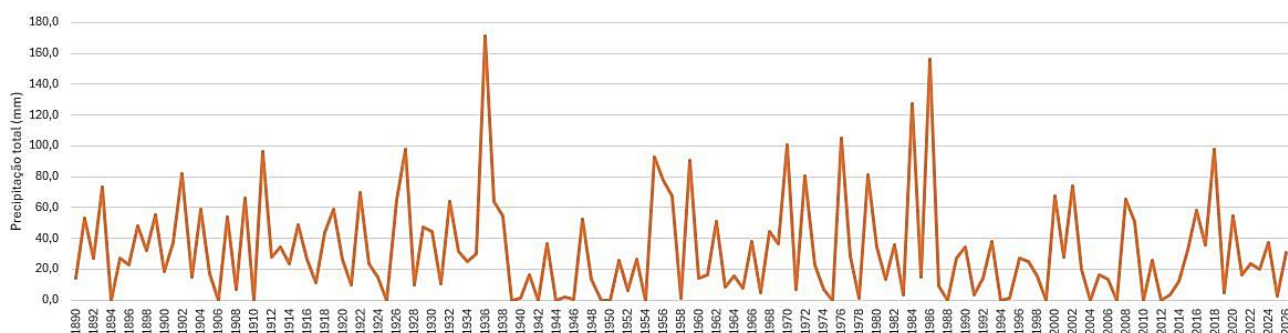


Figura 5 - Série histórica de precipitação total no mês de agosto em Campinas/SP.

A distribuição espacial das temperaturas máximas médias de agosto (**Figura 6a**) evidencia um forte gradiente térmico no território paulista, com os maiores valores concentrados no norte e noroeste do Estado, onde predominam médias entre 31,6°C e 35,4°C. As regiões central e oeste apresentam valores intermediários, enquanto o sul e as áreas de maior altitude registram condições relativamente mais amenas. Esse padrão reflete a influência combinada da latitude, altitude, continentalidade e da atuação mais frequente de massas de ar seco durante o inverno. Sob a perspectiva agropecuária, temperaturas máximas elevadas em agosto favorecem maior evapotranspiração e aceleração da perda de água do solo, fator particularmente relevante em anos marcados por déficits hídricos prolongados.

Em relação às temperaturas mínimas médias (**Figura 6b**), observa-se um padrão mais homogêneo, com grande parte do Estado apresentando valores entre 15,1°C e 19,0°C, enquanto as menores temperaturas concentram-se nas regiões serranas e de maior altitude

do sul paulista. A predominância de mínimas relativamente elevadas para um mês tipicamente invernal corrobora o sinal identificado na série histórica de Campinas, que apontou aquecimento mais intenso das temperaturas mínimas em comparação às máximas. Esse comportamento é compatível com o processo de aquecimento climático observado em São Paulo, caracterizado pela redução da frequência e intensidade de noites frias, diminuição do risco de geadas e aumento gradual da temperatura média do ar, com potenciais impactos sobre a demanda hídrica das culturas, o zoneamento agrícola e a dinâmica dos ecossistemas naturais.

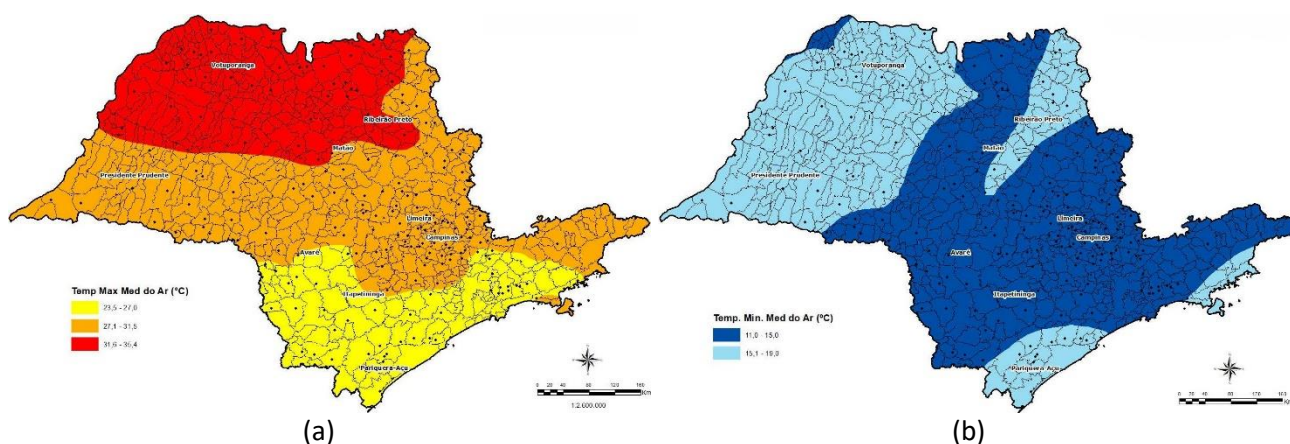


Figura 6 – Distribuição da temperatura máxima média do ar (a) e da temperatura mínima média do ar (b) em agosto de 2026.

As anomalias das temperaturas máximas em agosto, apresentadas na **Figura 7a**, indicam predomínio de valores acima da normal climatológica em praticamente todo o Estado de São Paulo, com desvios que superam 2°C em partes do norte, nordeste e leste paulista. Esse excesso de calor durante o período seco favorece o aumento da evapotranspiração e acelera o esgotamento da umidade disponível no solo, ampliando o estresse hídrico das culturas de sequeiro e elevando a suscetibilidade da vegetação a pragas, doenças oportunistas e incêndios rurais. Para a produção animal, tardes mais quentes podem reduzir o conforto térmico, afetando o consumo alimentar e o desempenho produtivo, especialmente em sistemas mais intensivos.

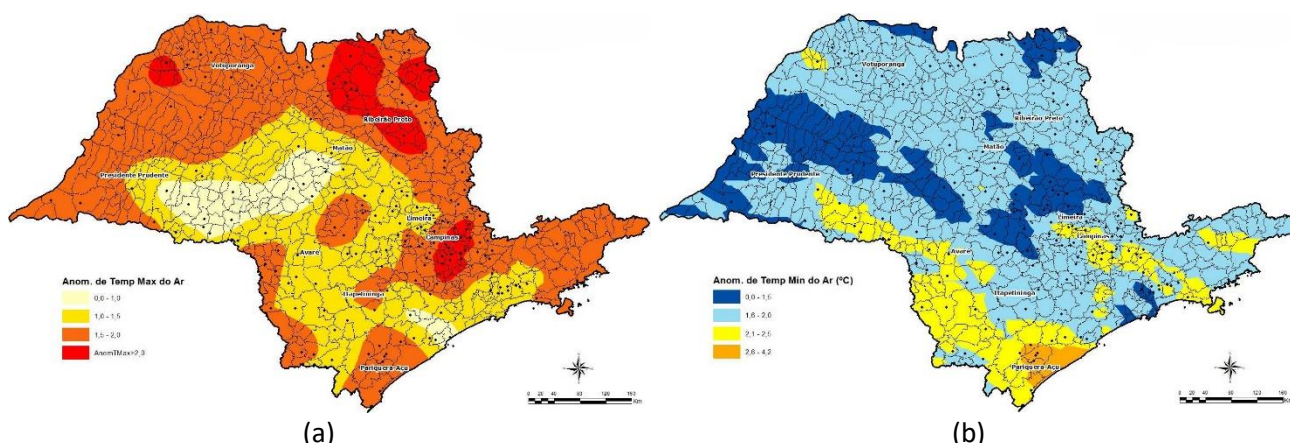


Figura 7 – Anomalia de temperatura máxima do ar (a), e anomalia de temperatura mínima do ar (b), Agosto de 2026.

As temperaturas mínimas também apresentaram anomalias positivas generalizadas (**Figura 7b**), com aquecimento noturno mais expressivo em diversas regiões do Estado.

Esse comportamento é particularmente relevante para a sanidade vegetal e animal, pois reduz a ocorrência de frio efetivo necessário para interromper ciclos de determinados insetos e patógenos, além de favorecer maior sobrevivência de populações-praga entre safras. No setor pecuário, noites mais quentes diminuem a capacidade de dissipação do calor acumulado durante o dia, prolongando períodos de desconforto térmico. Em conjunto, as anomalias positivas de máximas e mínimas observadas em agosto reforçam o cenário de aquecimento já identificado nas séries históricas, com potenciais reflexos sobre a produtividade agrícola, a demanda hídrica e a dinâmica fitossanitária dos sistemas produtivos paulistas.

Na primeira quinzena de setembro, as temperaturas máximas médias (**Figura 8a**) mantiveram-se elevadas em grande parte do estado, alcançando valores superiores a 28°C no norte e noroeste paulista, enquanto as regiões sul e leste registraram condições mais amenas em função da maior frequência de nebulosidade e precipitações. Contudo, o aspecto mais relevante é revelado pelo mapa de anomalias, que indica máximas entre 2°C e 8°C abaixo da climatologia em praticamente todo o território paulista. Essa condição favoreceu a redução da evapotranspiração e do consumo hídrico pelas culturas, diminuindo temporariamente a pressão sobre os sistemas produtivos em um período normalmente marcado por forte demanda atmosférica por água.

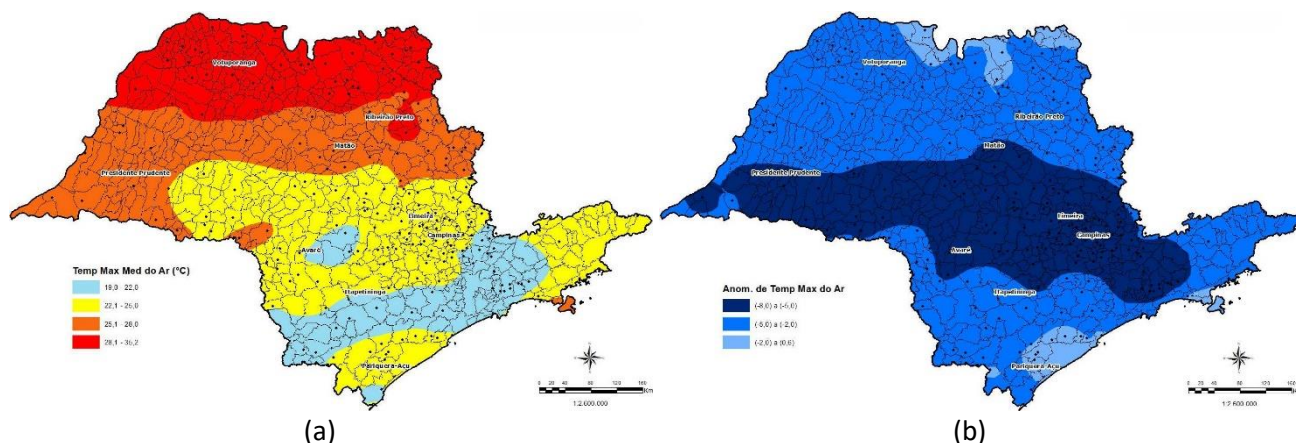


Figura 8 – Distribuição da temperatura máxima média do ar (a) e da temperatura mínima média do ar (b), na primeira quinzena (dia 1º ao 16º) de Setembro de 2026.

Do ponto de vista agropecuário, a combinação entre chuvas abundantes e temperaturas máximas abaixo do normal criou condições favoráveis para a recuperação da umidade do solo, o estabelecimento de culturas de verão e a retomada do desenvolvimento vegetativo das pastagens. Por outro lado, a persistência de elevada umidade associada ao menor aquecimento diurno aumenta o risco de ocorrência e disseminação de doenças fúngicas e bacterianas em diversas culturas, exigindo atenção dos produtores ao monitoramento fitossanitário. Na pecuária, a redução do estresse térmico diurno contribuiu para melhores condições de conforto animal, favorecendo o desempenho produtivo e reduzindo os impactos típicos das ondas de calor observadas nos últimos anos.

Os mapas da **Figura 9** evidenciam volumes de chuva excepcionalmente elevados na primeira quinzena de setembro, especialmente nas regiões leste, sudeste e centro-sul paulista, onde os acumulados ultrapassaram amplamente a climatologia para o período. Embora essas chuvas tenham contribuído para a recuperação da umidade do solo e para o reabastecimento parcial dos reservatórios, também aumentaram a ocorrência de alagamentos, enxurradas e transtornos à mobilidade urbana, sobretudo em áreas com alta impermeabilização do solo e sistemas de drenagem insuficientes. Outro fator de

preocupação é o elevado grau de assoreamento de muitos córregos, rios e reservatórios, que reduz sua capacidade de armazenamento e escoamento, potencializando os impactos das precipitações intensas mesmo quando os volumes não atingem valores extremos.

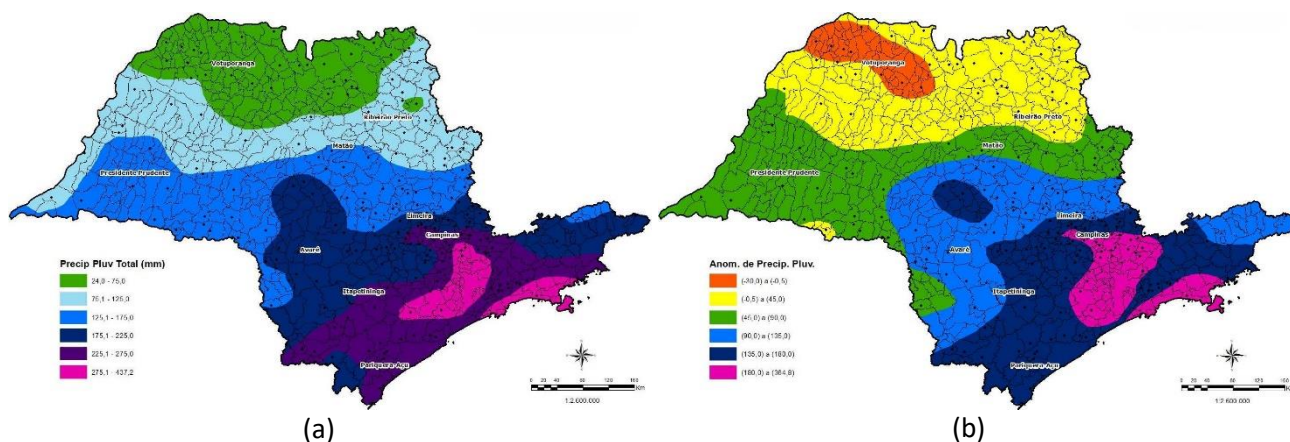


Figura 9 – Distribuição da precipitação pluviométrica total (a) e da anomalia de precipitação pluviométrica (b), na primeira quinzena (dia 1º ao 16º) de Setembro de 2026.

Para o setor agropecuário, os elevados acumulados apresentam efeitos positivos e negativos. Por um lado, favoreceram a reposição da água no perfil do solo, a recuperação das pastagens e a implantação inicial das culturas de verão. Por outro, o excesso de umidade dificulta operações mecanizadas, pode provocar erosão em áreas desprotegidas, compactação do solo e aumento da incidência de doenças fúngicas e bacterianas. Dessa forma, os benefícios associados à recuperação hídrica dependem da distribuição temporal das chuvas nas próximas semanas, de modo que a reposição dos estoques de água ocorra sem comprometer a sanidade das lavouras e a conservação dos recursos naturais.

As imagens da **Figura 10** evidenciam a atuação persistente de sistemas convectivos intensos entre os dias 11 e 14 de setembro, com sucessivas áreas de topos de nuvens muito frios sobre o Vale do Ribeira, litoral sul e regiões adjacentes. A recorrência dessas áreas de instabilidade favoreceu a ocorrência de elevados acumulados de chuva em curto intervalo de tempo, condição crítica para a geração de enxurradas, inundações e movimentos de massa. Os municípios que tiveram situação de emergência homologada pelo Estado (Decretos Estaduais nº: 70.869 - Piracaia, 70.870 – Barra do Turvo, 70.873 - Registro e 70.871 – Ribeira, todos do dia 14; e os 70.877 - Itaquaquecetuba, 70.875 – Iguape, e 70.876 – Sete Barras do dia 16, e o 70.878 – Jujutiba do dia 18) concentram-se justamente nas áreas mais afetadas por essas precipitações extremas e, de acordo com o mapeamento apresentado, todos possuem setores classificados com algum grau de risco de inundação (**Figura 10e**), demonstrando a elevada vulnerabilidade territorial frente a eventos hidrometeorológicos dessa magnitude.

Outro aspecto relevante é que parte significativa da água responsável pelas enchentes observadas no Vale do Ribeira não se originou apenas das chuvas registradas em território paulista. As imagens indicam intensa atividade convectiva também sobre as cabeceiras do Rio Ribeira de Iguape, localizadas no Paraná, contribuindo para o aumento das vazões a jusante e potencializando as cheias observadas na região. Esse comportamento reforça a natureza integrada da bacia hidrográfica, na qual precipitações extremas ocorridas a centenas de quilômetros dos municípios afetados podem resultar em elevação rápida dos níveis dos rios, especialmente quando associadas a planícies inundáveis ocupadas, assoreamento dos corpos hídricos e elevada saturação prévia dos solos.

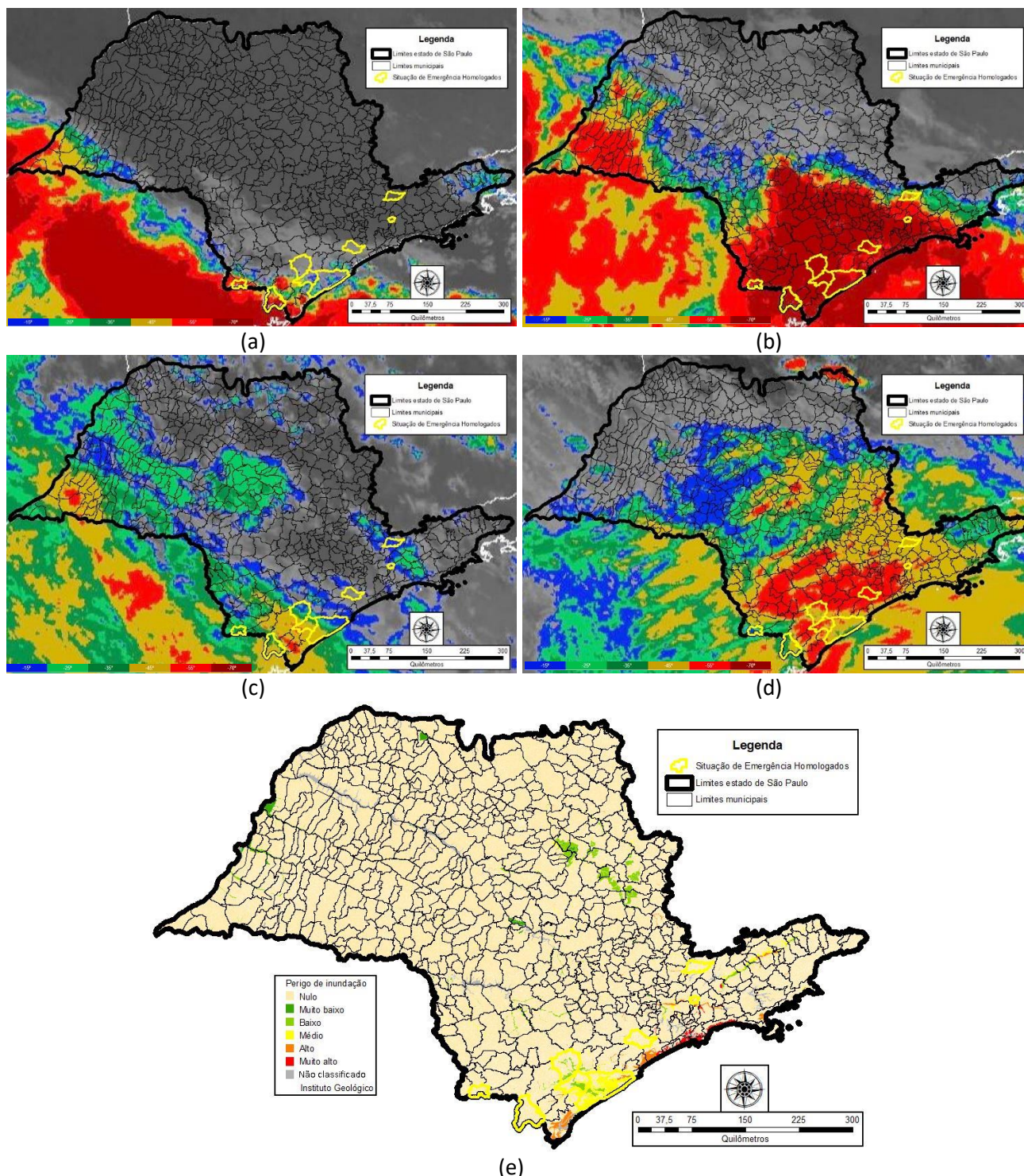


Figura 10 – Regiões de ocorrência de sistemas convectivos com topos de nuvens muito frios, utilizado como indicador espacial auxiliar do potencial de chuvas intensas, satélite GOES-16, banda 13. Imagens do dia 11/09 às 23:40h (a), 12/09 às 05:40h (b), 13/09 às 02:40h (c), e 14/09 às 18:10h (d). Mapa do perigo de inundação e municípios declarados em situação de emergência (e).

Os índices de SPI e SPEI para 30 dias, **Figura 11**, confirmam o forte impacto das chuvas observadas na primeira quinzena de setembro sobre as condições de umidade em âmbito paulista. O SPI indica predomínio de condições moderadamente úmidas em praticamente todo o território paulista, com maior intensidade nas regiões centro, sul e leste,

refletindo os elevados acumulados pluviométricos registrados no período. Quando incorporado o efeito da temperatura por meio do SPEI, observa-se uma expansão das áreas classificadas como muito úmidas, especialmente no centro-sul, evidenciando que a combinação entre chuvas abundantes e temperaturas inferiores à normalidade reduziu significativamente a demanda evaporativa da atmosfera.

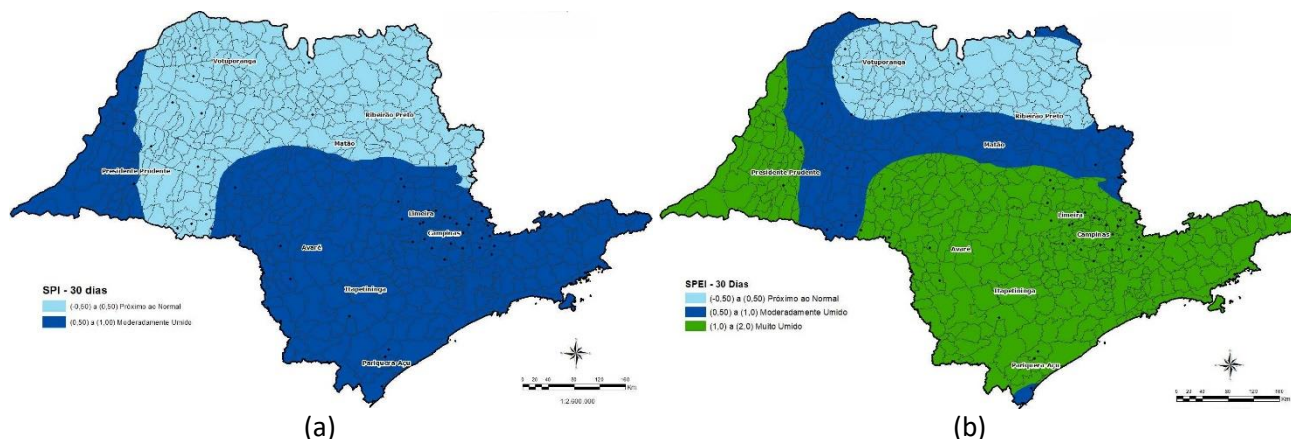


Figura 11 – Variação espacial do (a) SPI e do (b) SPEI, em escala mensal, na primeira quinzena (dia 1º ao 16º) de Setembro de 2026.

Entretanto, a leitura desses indicadores deve ser realizada no contexto das análises de médio e longo prazo apresentadas anteriormente. Embora o SPI e o SPEI mensais revelem uma condição hídrica amplamente favorável em setembro, os índices de 24 meses ainda demonstram a persistência de déficits acumulados em importantes regiões do Estado e nas áreas de contribuição do Sistema Cantareira. Dessa forma, setembro representa um período de recuperação muito expressiva da disponibilidade hídrica superficial e da umidade do solo, mas não caracteriza, por si só, o encerramento do ciclo de restrição hídrica observado nos últimos anos, tornando fundamental a manutenção de precipitações próximas ou acima da média nos próximos meses para consolidar a recuperação dos sistemas hídricos paulistas.

Por fim, os resultados apresentados neste boletim reforçam a importância da manutenção e ampliação da rede oficial de estações meteorológicas do AgroclimaSP. Enquanto radares meteorológicos e imagens de satélite são ferramentas essenciais para identificar áreas com potencial de ocorrência de chuva, tempestades e outros fenômenos atmosféricos, são as estações meteorológicas que registram e quantificam efetivamente o que ocorreu em superfície, fornecendo medições precisas de precipitação, temperatura, umidade, vento e outras variáveis. A integração entre observações de campo e sensoriamento remoto permite maior precisão no monitoramento, na emissão de alertas e na avaliação dos impactos sobre a agricultura, os recursos hídricos e a defesa civil, constituindo a base técnica indispensável para a gestão dos riscos climáticos no Estado de São Paulo.

Acesse e descubra ferramentas de suporte às operações diárias e de planejamento na propriedade rural:

<http://agroclimasp.ciiagro.org.br/>