



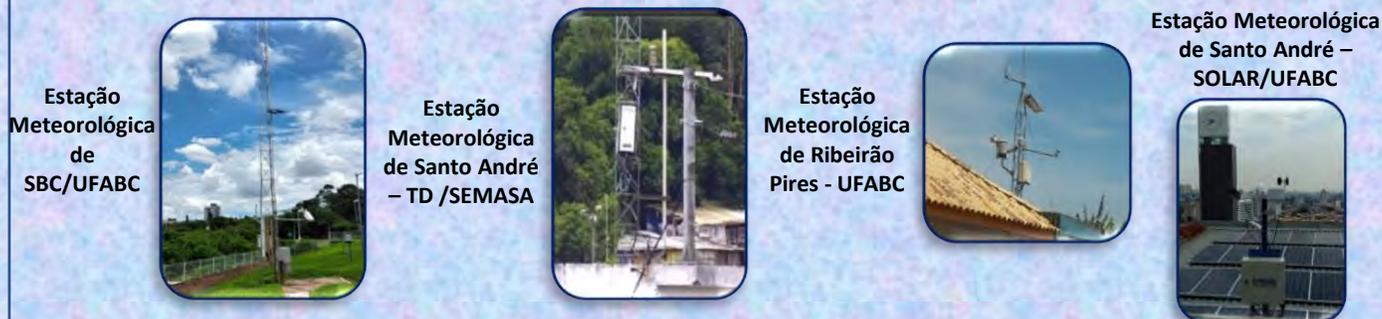
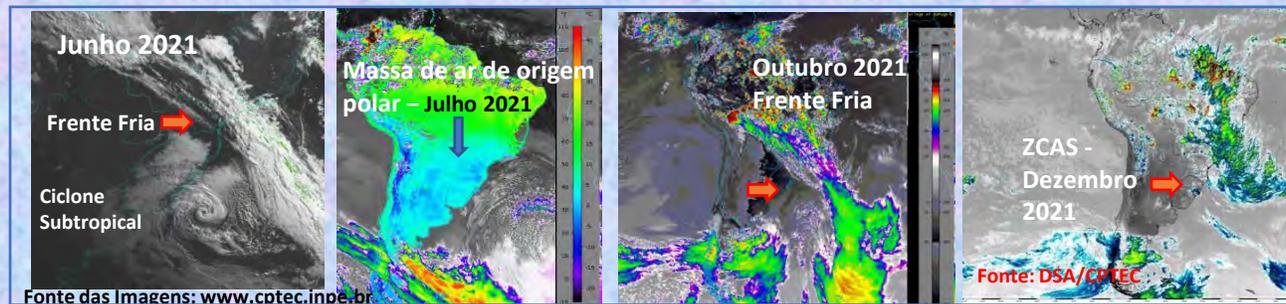
Boletim Climatológico Anual 2021

Santo André – São Bernardo do Campo - Ribeirão Pires

ABC Paulista

Região Metropolitana de São Paulo - RMSP

Apresenta-se o Boletim Anual com as condições climáticas dos 12 meses de 2021, elaborado com base nos dados das estações meteorológicas automáticas administradas pela Universidade Federal do ABC – UFABC (campus São Bernardo do Campo e Santo André) e pelas Defesas Civil de Santo André e Ribeirão Pires. O boletim anual é um compilado dos boletins climáticos mensais e traz um resumo comparativo das condições climáticas e dos sistemas atmosféricos associados, nos três municípios do ABC Paulista.



Acesse o Boletim - Link:

<https://drive.google.com/drive/folders/1pYvXRLj8hdGmcs3Lf6wzdw6IMwR1Zn4p>

Apoio:



Contatos: maria.brambila@ufabc.edu.br, RBSouares@santoandre.sp.gov.br, defesacivil@ribeiraopires.sp.gov.br

1. Resumo das características meteorológicas e climáticas de 2021

A Figura 1 mostra a localização das estações meteorológicas automáticas (EMA) nos municípios de São Bernardo do Campo (SBC), Santo André (SA) e Ribeirão Pires (RP), administradas pela UFABC, Defesa Civil de Santo André (SA-TD) e Defesa Civil de Ribeirão Pires. Em setembro de 2021 a UFABC instalou duas novas estações meteorológicas, no campus de SA (SA-UFABC) e SBC, como parte do projeto SOLAR-ENEL¹. Neste boletim também foram utilizadas as informações da EMA de SA_UFABC, quando houve ausência das informações da EMA de SA-TD.

Os sistemas atmosféricos que se destacaram e que influenciaram nas condições de tempo e clima na região sudeste do Brasil e conseqüentemente, no ABC Paulista foram as frentes frias, zona de convergência do atlântico sul (ZCAS), baixas pressões, massas de ar seco, massas de ar frio e instabilidades convectivas. Porém, cada município teve uma resposta particular à atuação desses sistemas, influenciado pelas suas características geográficas e urbanas. A Tabela 1 mostra os valores extremos de temperatura, precipitação, vento e umidade relativa, ocorridos no ano de 2021, assim como o sistema atmosférico associado à ocorrência desses extremos. Destacam-se as ondas de frio no mês de junho e julho que atingiram o ABC Paulista. A mais intensa atingiu a região no dia 28/07, porém no dia 30/07 a temperatura alcançou o seu valor mais extremo. A EMA de RP registrou uma temperatura mínima de 0,6°C, a mais baixa de todo o registro. Ondas de calor (OC) não foram identificadas no ABC em 2021, considerando que para ser denominada uma OC², a T_{máx} deve ser maior que 32,6°C e persistir no mínimo por três dias consecutivos, o que não foi observado, embora o máximo valor registrado de todas as EMAs monitoradas foi de 34,6°C em SA, porém foi apenas em um dia. Os dias mais secos com URs mais baixas ocorreram em setembro e outubro com predominância de massas de ar seco. SA registrou a mais baixa UR (13,3%). Por outro lado, fevereiro foi considerado um mês extremamente chuvoso em SBC e RP, segundo a técnica dos quantis³. Contrariamente, abril foi considerado um mês extremamente seco³. A máxima chuva diária ocorreu no dia 10/02 em SBC (76,4 mm) e RP (73,2 mm). Nesse dia, a cidade de São Paulo sofreu com enchentes, inundações e alagamentos intransitáveis. No ABC Paulista não houve registro de inundações.

Figura 1 – Mapa do ABC Paulista com a localização das EMAs

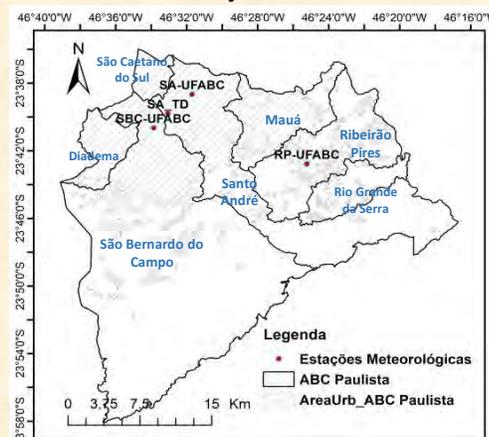
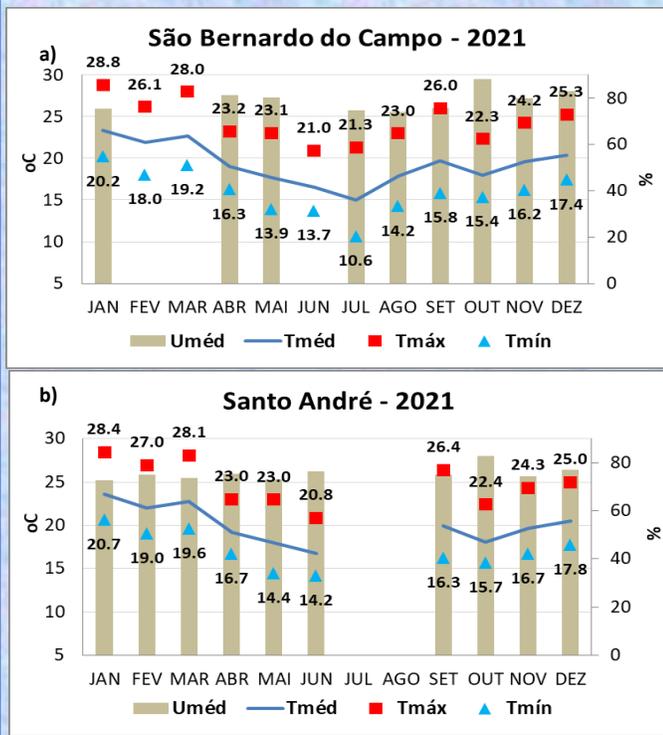


Tabela 1 – Lista de extremos registrados nas EMAs durante o ano de 2021

Valores extremos	Santo André		São Bernardo do Campo		Ribeirão Pires		Sistema Atmosférico associado
	Valores	Datas	Valores	Datas	Valores	Datas	
Maior Temperatura	34,6°C	20/09 (15h)	33,73°C	20/09 (15h)	33,8 °C	08 e 20/09 (15h)	Aquecimento pre-frontal
Menor Temperatura	4,0°C	30/07	3,6 °C	30/07 (06:00)	0,6 °C	30/07 (04:00)	Massa de ar de origem polar
Menor umidade relativa	14,3 %	11/12 (16h)	18,6 %	19/07/2021 (13h)	15,0 %	24/07/2021 (15h)	Massa de ar seco
Mês mais chuvoso	299,8 mm	Fevereiro	294,4 mm	Fevereiro (Extremamente chuvoso) ³	221 mm	Fevereiro 2021 (chuvoso) ³	Diversos sistemas atmosféricos
Mês menos Chuvoso	8,8 mm	Junho	15,4 mm	Junho (seco) ³	26 mm	Junho (Extremamente seco) ³	Sistema de alta pressão inibindo a nebulosidade
Dia com a maior chuva diária	44,9 mm	19/11 (a)	77,8 mm	17/02 (b)	58,8 mm	12/02 (b)	(a) Frente fria (b) Instabilidade atmosférica e ZCAS
Maior vento registrado	10,6 m/s	05/03 (15h)	7,3 m/s	24/12 (16h)	8,0 m/s	05/03 (15h)	Aquecimento diferencial e temporais.

2. Temperatura e umidade do ar das estações meteorológicas - 2021

Figura 2 – Ciclo anual das médias mensais das temperaturas e umidade nas EMAs de SBC (a), SA (b) e SA (c)



As temperaturas médias (Tméd), Tmáx, Tmín e URMéd mensais são mostradas na Figura 2. Entre as EMAs de SA e SBC (Figs. 2a e 2b) se observam poucas diferenças nas temperaturas médias ao longo dos meses, oscilando entre 0,1°C a 0,3°C, tendo SA os maiores valores. Porém em RP (Fig. 2c) as temperaturas foram menores em quase todos os meses, principalmente as Tmín médias, com uma diferença de até 1,8°C nos meses de inverno, quando comparado com SBC. Em Julho, se observa o valor médio mais baixo da Tmín em RP e SBC, influenciado pelas ondas de frio que atingiram a região. No que se refere a URMéd mensal, SA apresentou os valores médios mais baixos.

3. Precipitação - 2021

A Figura 3 apresenta a chuva mensal nas três EMAs, observa-se uma sazonalidade, com acumulados maiores nos meses de outubro até março. Fevereiro se destaca com os maiores acumulados mensais, principalmente em SA e SBC que chegou próximo aos 300 mm. Por outro lado, o outono, inverno e início de primavera as chuvas estiveram reduzidas, principalmente de maio até setembro nos três municípios, sendo considerados como (extremamente secos³). Em outubro as chuvas retornaram devido às frentes

Figura 3 – Chuva Mensal nas EMAs - 2021

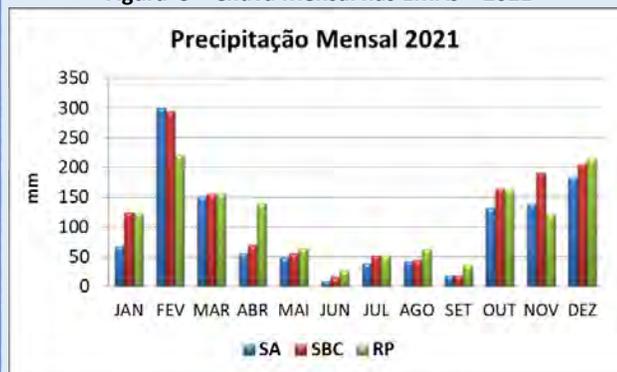


Figura 5 – Chuva Anual em SA - 2021

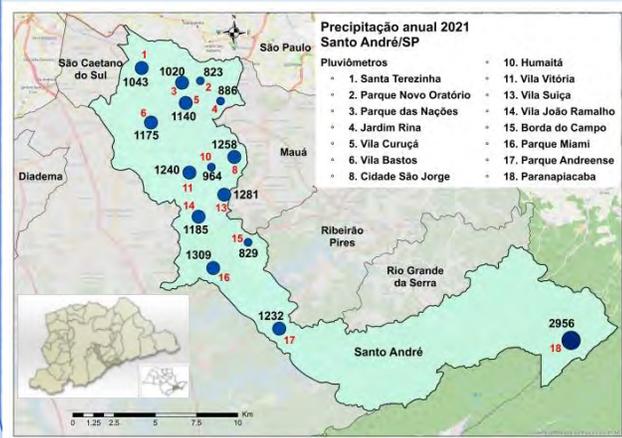
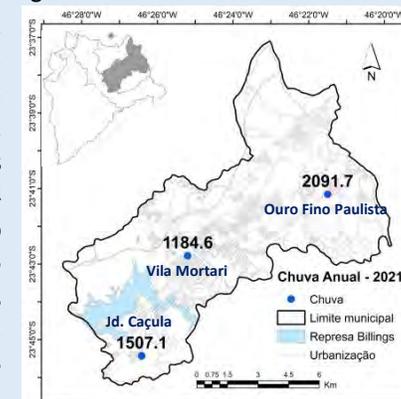


Figura 4 – Chuva Anual em RP - 2021

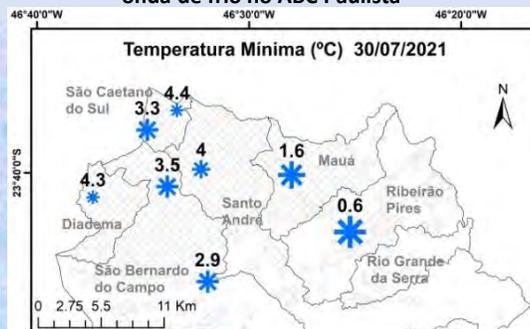


frias e as ZCAS. No entanto, se conhece que a variabilidade espacial da chuva é alta, especificamente em áreas urbanas. Assim, a Figura 4 mostra a distribuição espacial da chuva anual, de três postos pluviométricos em RP, administrados pela Defesa Civil. Observa-se que a área central, que é a mais urbanizada e na qual se encontra o posto de Vila Mortari, se registrou o menor valor anual. O maior acumulado anual se registrou em Ouro Fino Paulista, região menos urbanizada do município, e de relevo mais alto. A Figura 5 mostra a distribuição espacial da chuva em SA com base nos pluviômetros de CEMADEN, e processados pela Defesa Civil de Santo André. Os acumulados maiores se concentraram na região leste (Cidade São Jorge – 1258 mm) e sul (Parque Miami-1309 mm; Vila Vitoria – 1240 mm) da área urbana do município. Porém, na área de preservação ambiental que inclui Paranapiacaba se teve o maior acumulado, de 2956 mm. Em relação ao ano de 2020, os acumulados anuais de 2021 foram menores.

4. Os eventos extremos do mês no ABC Paulista

a) Ondas de Frio e as Ondas de Calor: No ano de 2021 não foi identificada nenhuma onda de calor como conceitualmente se conhece², diferentemente do ano de 2020 que foram detectadas duas ondas de calor no mês de setembro. Porém, houve dias que as temperaturas ultrapassaram os 32°C (Tabela 1), mas não houve permanência dessa condição pelo menos em três dias. Já, ondas de frio, devido a incursão de massas de ar de origem polar ocorreram principalmente no mês de Julho, a primeira ocorreu entre os dias 19/07 a 21/07 com Tmín abaixo dos 6°C, no dia 20/07 RP atingiu 2,6°C. A segunda onda de frio que foi a mais extrema ocorreu entre os dias 29/07 e durou até o dia 01/08 com Tmín abaixo dos 6°C. Todo o ABC Paulista foi atingido com as temperaturas baixas. RP atingiu no dia 30/07 uma Tmín de 0,6 °C e Mauá uma Tmín de 1,6 °C. Riacho Grande em SBC alcançou uma Tmín de 2,9 °C (Figura 6). Ambas ondas de frio se originaram devido a incursão de uma massa de ar de origem polar de escala espacial global que afetou toda a região sul, centro oeste e sudeste do Brasil. No ABC Paulista, além de causar forte declínio nas Tmín, as Tmáx não sobrepassaram os 15°C em RP.

Figura 6 – Temperaturas mínimas para o evento de onda de frio no ABC Paulista⁴



b) Temporais, inundações e alagamentos: Apesar de 2021 ter sido um ano menos chuvosos que 2020 nos municípios do ABC Paulista, ocorreram eventos de chuvas intensas em curtos períodos de tempo que deixaram em estado de atenção e emergência muitos locais do ABC Paulista, pelos pontos de alagamentos, enchentes e desabamentos devido as chuvas. Se destacam os eventos mais extremos que ocorreram no final do ano, mês de dezembro de 2021. O primeiro deles ocorreu o dia 28/12/2021 que apenas em 20 minutos choveu 86,74 mm (Vila Suíça – Santo André)⁵ fazendo que rios transbordassem e criassem pontos de alagamentos intransitáveis. Nesse dia as chuvas ocorreram em todo o ABC Paulista, porém os municípios de Santo André e Mauá foram os mais afetados. Em Santo André o córrego do Guarará, localizado ao sul da área urbana de SA foi o primeiro a transbordar (Fig. 7a e 7b). As 13:31h se iniciou o transbordamento, e a Av. Cap. Mario Toledo ficou totalmente inundada (Fig. 7a). As 14:20h houve o transbordamento do rio Tamanduateí alagando a Av. dos Estados (Fig. 7c) e deixando pontos de alagamento intransitável em muitos pontos da área urbana de SA, causando estado de emergência. Vila América, foi um dos bairros mais afetados, os moradores das ruas Erato e Nilo Peçanha tiveram as suas casas inundadas com perdas materiais. O nível de extravasamento do Guarará durou aproximadamente 30 min (Fig. 7d). Em Mauá o piscinão do paço municipal transbordou e houve alagamento intransitável além de desabamentos no Morro da Kibon⁶. As chuvas intensas continuaram até o dia 31/12, porém um evento tão extremo como o do dia 28/12 não acontecia desde março de 2019 no qual vários rios transbordaram deixando perdas de bens aos mais atingidos.

Figura 7 – Fotos das câmeras de monitoramento do SEMASA, do córrego Guarará (a) e (b), do rio Tamanduateí – Av. da Paz (c) e nível de água do Guarará, com os horários nos quais aconteceram o nível de extravasamento (d). Dia 28/12/2021.



Notas:

- 1 - Projeto Solar - ENEL Brasil (CÓDIGO DO PROJETO PD- 23006.002665/ 2017-50): Contato Profa. Patrícia Teixeira Leite patricia.leite@ufabc.edu.br
2. VALVERDE, M.C.. EFEITO DAS ONDAS DE CALOR NA INTENSIDADE DAS ILHAS DE CALOR ESTUDO DE CASO PARA A REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO SETEMBRO DE 2020. In: XIV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 2021, João Pessoa, 2021. v. 1. p. 1-10.
- 3 – Categorização das chuvas mensais através da técnica dos quantis, com base no período climatológico de cada município.
- 4 - Mapa elaborado com informação disponibilizada pelas estações meteorológicas do CGE-São Paulo, UFABC, CETESB e SEMASA.
- 5 - <https://www3.santoandre.sp.gov.br/defesacivil/wp-content/uploads/2022/01/Boletim-Hidrometeorologico-28.12.2021.pdf>
- 6 - <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2021/12/28/agua-da-chuva-invade-estacao-da-cptm-em-maua-na-grande-sp-e-cobre-linha-de-trem.ghtml>

Créditos:

Projeto: Climatologia e Variabilidade Climática – Estudos na Escala Municipal, Regional, Global e seus Impactos. EDITAL Nº 023/2019– Propostas de Melhoria do Ensino na Graduação. **Elaboração:** Profa. Dra. Maria Valverde (EAU/UFABC). **Colaboração:** Robert Borges Soares (Defesa Civil de S.A.), Dilza Leite Miyamoto (Defesa Civil de Ribeirão Pires), Ricardo Brambila (Lab. ISAU – seco)

Agradecimentos à: Débora Ferreira Santos (EAU/UFABC), Ana Carolina Carvalho (EAU/UFABC), Leandro Sandei (EAU/UFABC), Aline Sant’ana de Souza (EAU/UFABC) e Profª. Drª. Andréa Cardoso (EAU/UFABC).

APOIO: LABORATÓRIO DE INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS AMBIENTAIS E URBANOS (ISAU-seco) (Facebook: Laboratório ISAU – UFABC) e **Defesa Civil de Santo André – SP** (<http://www3.santoandre.sp.gov.br/defesacivil/>).